

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

LA MOLINA

Facultad de Ciencias Forestales



**Preservación con Sales CCB y CCA - C, Durabilidad
Natural y Costos de Producción en la Fabricación
de Postes con Dos Especies Forestales**

Tesis para optar el Título de
INGENIERO FORESTAL

William Omar Guerrero Ruiz

Lima – Perú
2007

RESUMEN

La motivación de este trabajo de tesis ha sido demostrar que, en bosques secundarios, existen especies de rápido crecimiento que cumplen con los requisitos para ser insertadas en el mercado como materia prima en la fabricación de postes de madera.

El presente trabajo define la aptitud de las especies Gavilán Blanco (*Caraipa myrcioides*) y Palo Gusano (*Miconia barbeyana*), provenientes del bosque secundario de la parte alta de la cuenca del Río Palcazú, para la fabricación de postes de madera para la transmisión de energía eléctrica en redes secundarias respecto a la durabilidad natural y preservación, así mismo la realización del análisis de los costos de producción. La investigación se ha enfocado principalmente en la preservación de la madera, proceso crucial en la elaboración de postes, puesto que así se puede elevar el tiempo de vida de la madera, la preservación se ha efectuado bajo el método Prescap que presenta la ventaja de disminuir el tiempo del proceso de preservación en comparación con otros métodos de preservación por desplazamiento de savia, dado que emplea bombas y compresoras para la inyección de la solución preservadora con mayor presión.

En Durabilidad Natural los resultados muestran que el duramen de las especies mencionadas presenta muy buena resistencia al ataque de agentes destructores de la madera, siendo Gavilán Blanco (4,105%) más resistente que Palo Gusano (12,855%).

En Preservación de la madera, tanto para CCA – C como para CCB – 70 con las dos especies de madera estudiadas, la penetración es Total Regular en Palo Gusano y Parcial Regular en Gavilán Blanco, observándose en la superficie transversal de la rodaja que la madera de la especie Palo Gusano presenta mayor porcentaje de albura en relación a la proporción de tejido xilemático, por su parte la especie Gavilán Blanco tiende a formar un anillo de albura uniforme y claramente diferenciado; la retención de preservantes en las dos especies es buena, siendo las retenciones en CCA – C (Palo Gusano 12,767 kg/m³ y Gavilán Blanco 13,200 kg/m³), superiores a las exigidas en la norma de preservación con calificación de Elevado y en el caso de las retenciones con el preservante CCB – 70 (Palo Gusano 14,557 kg/m³ y Gavilán Blanco 14,817 kg/m³), las especies están dentro de los rangos establecidos por la norma con calificativo de Conforme.

Los costos de producción de un poste Clase 6 con las maderas de las especies Gavilán Blanco (*Caraipa myrcioides*) y Palo Gusano (*Miconia barbeyana*) son de S/. 232,79 con CCA – C y S/. 224,79 con CCB – 70, puesto en la planta de de preservación de Shiringamazú Estos costos de producción son competitivos a nivel local, sin embargo no se ha estudiado el costo que implicaría el transporte de la planta al centro de comercialización dadas las distancias y las condiciones de los caminos y carreteras.

ÍNDICE

	Página
DEDICATORIA	III
AGADECIMIENTOS	IV
RESUMEN	V
ÍNDICE	VII
LISTA DE CUADROS	IX
LISTA DE FIGURAS	X
1. INTRODUCCIÓN	1
2. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1 DE LAS ESPECIES EN ESTUDIO	3
2.1.1 DE LA ESPECIE GAVILÁN BLANCO (<i>Caraipa myrcioides</i>).....	3
2.1.2 DE LA ESPECIE PALO GUSANO (<i>Miconia barbeyana</i>)	3
2.2 DEL POSTE DE MADERA.....	4
2.2.1 EL POSTE DE MADERA EN EL MUNDO.....	5
2.2.2 EL POSTE DE MADERA EN EL PERÚ	6
2.3 DE LA DURABILIDAD NATURAL DE LA MADERA	6
2.3.1 LOS AGENTES DESTRUCTORES DE LA MADERA	8
2.3.2 LOS HONGOS XILÓFAGOS.....	9
2.4 DE LA PRESERVACIÓN DE LOS POSTES DE MADERA	12
2.4.1 EL MÉTODO PRESCAP	14
2.4.2 PARÁMETROS DE CONTROL DE CALIDAD DE LA MADERA TRATADA	15
2.5 DE LOS COSTOS DE PRODUCCIÓN DE POSTES DE MADERA	19
2.5.1 LOS COSTOS DE PRODUCCIÓN FORESTAL.....	19
2.5.2 LOS COSTOS EN LA PRESERVACIÓN DE LA MADERA.....	20
3. MATERIALES Y MÉTODOS	22
3.1 FASE DE CAMPO	22
3.1.1 UBICACIÓN POLÍTICA	22
3.1.2 UBICACIÓN GEOGRÁFICA	22
3.1.3 CLIMA Y ECOLOGÍA.....	24
3.2 FASE DE LABORATORIO Y GABINETE	24
3.3 MATERIA PRIMA	24
3.3.1 PARA LOS ESTUDIOS DE DURABILIDAD NATURAL	25
3.3.2 PARA LOS ESTUDIOS DE PRESERVACIÓN.....	25
3.4 EQUIPOS Y MATERIALES	26
3.5 METODOLOGÍA.....	27
3.5.1 FASE DE CAMPO.....	27
3.5.2 FASE DE LABORATORIO Y/O GABINETE.....	28
3.5.3 ANÁLISIS ESTADÍSTICO	51
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	53
4.1 DURABILIDAD NATURAL DE LA MADERA	53
4.2 PRESERVACIÓN DE LA MADERA.....	57
4.2.1 PENETRACIÓN.....	57
4.3 COSTOS DE PRODUCCIÓN	65
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	67
BIBLIOGRAFÍA	68

ANEXO 1	1
SOBRE DURABILIDAD NATURAL DE LA MADERA	1
ANEXO 2	5
ESTADÍSTICAS SOBRE DURABILIDAD NATURAL DE LA MADERA	5
ANEXO 3	8
SOBRE TIPO DE PENETRACIÓN DE PRESERVANTE EN LA MADERA	8
ANEXO 4	10
SOBRE EL ANÁLISIS DE PENETRACIÓN DE PRESERVANTE EN LA MADERA.....	10
ANEXO 5	16
ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE PENETRACIÓN DE PRESERVANTE EN LA MADERA	16
ANEXO 6	19
SOBRE RETENCIÓN DE PRESERVANTE EN LA MADERA.....	19
ANEXO 7	23
ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE RETENCIÓN DE PRESERVANTE EN LA MADERA.....	23
ANEXO 8	26
SOBRE LOS COSTOS DE PRODUCCIÓN DE POSTES DE MADERA PRESERVADA	26
ANEXO 9	28
FICHA TECNICA DE FABRICACIÓN DE PRESERVANTES SEGÚN FABRICANTE	28
ANEXO 10	30
CUADROS DE DATOS DE TRABAJO DE CAMPO	30

Lista de cuadros

	Página
CUADRO 1	ESCALA DE CLASIFICACIÓN DE LA MADERA SEGÚN SU RESISTENCIA A LA PUDRICIÓN O DURABILIDAD NATURAL.34
CUADRO 2	CALIFICACIÓN DE MUESTRAS SEGÚN EL TIPO DE PENETRACIÓN.....40
CUADRO 3	CALIFICACIÓN DE MUESTRAS SEGÚN EL GRADO DE PENETRACIÓN41
CUADRO 4	COMPOSICIÓN DE LOS PRESERVANTES ELIMINANDO LOS COMPONENTES INERTES DE ACUERDO A LA FICHA TÉCNICA DEL FABRICANTE.43
CUADRO 5	LONGITUD DE ONDA EN EL ESPECTROFOTÓMETRO “SPECTRONIC 20D” PARA CUANTIFICAR LOS COMPONENTES ACTIVOS DE LOS PRESERVANTES EN LA MADERA ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
CUADRO 6	DENSIDAD BÁSICA PROMEDIO DE LAS ESPECIES ESTUDIADAS (G/CM³).....53
CUADRO 7	CUADRO 07 RESULTADOS DE PÉRDIDA DE PESO PROMEDIO Y CLASIFICACIÓN DE LA DURABILIDAD.....54
CUADRO 8	ANÁLISIS DE VARIANZA DEL PORCENTAJE PROMEDIO DE PESO PERDIDO DE LA MADERA DE PALO GUSANO POR EL ATAQUE DE LOS HONGOS XILÓFAGOS55
CUADRO 9	ANÁLISIS DE VARIANZA DEL PORCENTAJE PROMEDIO DE PESO PERDIDO DE LA MADERA DE GAVILÁN BLANCO POR EL ATAQUE DE LOS HONGOS XILÓFAGOS55
CUADRO 10	TIPO DE PENETRACIÓN DE PRESERVANTE EN LA SECCIÓN TRANSVERSAL DE LAS RODAJAS DE MADERA DE LAS ESPECIES PALO GUSANO Y GAVILÁN BLANCO57
CUADRO 11	GRADO DE PENETRACIÓN DE PRESERVANTE EN PORCENTAJE DE SUPERFICIE DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL DE LAS RODAJAS DE MADERA DE LAS ESPECIES PALO GUSANO Y GAVILÁN BLANCO59
CUADRO 12	ANÁLISIS DE VARIANZA DE LOS RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE PENETRACIÓN DE LA MADERA DE PALO GUSANO Y GAVILÁN BLANCO POR LOS PRESERVANTE CCA – C Y CCB – 7061
CUADRO 13	CUADRO 13 RESULTADOS PROMEDIO DE LA RETENCIÓN DE LOS PRESERVANTES CCA – C Y CCB – 70 POR LAS ESPECIES PALO GUSANO Y GAVILÁN BLANCO EXPRESADOS EN KG/M³62
CUADRO 14	ANÁLISIS DE VARIANZA DE LOS RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE RETENCIÓN DE LOS PRESERVANTES CCA – C Y CCB – 70 EN LA MADERA DE LAS ESPECIES PALO GUSANO Y GAVILÁN BLANCO.64
CUADRO 15	RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE LOS COSTOS DE PRODUCCIÓN DE POSTES DE MADERA PRESERVADOS CON CCA – C Y CCB – 70.65

Lista de figuras

	Página
FIGURA 1	IMAGEN SATELITAL DE UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LA COMUNIDAD NATIVA DE SHIRINGAMAZÚ.....23
FIGURA 2	IDENTIFICACIÓN Y MARCADO DE ÁRBOLES DE LAS ESPECIES ESTUDIADAS28
FIGURA 3	PESADO DE PROBETAS PARA LA DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD BÁSICA DE LAS MADERAS ESTUDIADAS.....29
FIGURA 4	PROBETAS SOMETIDAS A ENSAYOS DE DURABILIDAD NATURAL29
FIGURA 5	PROBETA DE MADERA PARA ENSAYOS DE DURABILIDAD NATURAL.....30
FIGURA 6	SISTEMA DE CODIFICACIÓN PARA ROTULAR PROBETAS31
FIGURA 7	CULTIVOS DE HONGOS XILÓFAGOS (HETEROBASIDIUM ANNOSUM, POLYBORUS VERSICOLOR, GLOELOPHILLUM TRABEUM).....32
FIGURA 8	TANQUES DE INYECCIÓN DEL EQUIPO DE PRESERVACIÓN PRESCAP35
FIGURA 9	POSTES EN PROCESO DE PRESERVADO POR EL MÉTODO PRESCAP36
FIGURA 10	CASQUETE DE PRESERVACIÓN POR EL MÉTODO PRESCAP37
FIGURA 11	CABEZA DE UN POSTE DE GAVILÁN BLANCO DURANTE EL PRESERVADO38
FIGURA 12	RODAJAS DE MADERA PRESERVADA DE LA ESPECIE PALO GUSANO PARA LOS ANÁLISIS DE PENETRACIÓN Y RETENCIÓN.39
FIGURA 13	VISTA TRANSVERSAL DE PROBETAS DE MADERA PRESERVADA DE LAS ESPECIES ESTUDIADAS GAVILÁN BLANCO Y PALO GUSANO.....41
FIGURA 14	ESPECTROFOTÓMETRO SPECTRONIC 20D.....42

1. INTRODUCCIÓN

La necesidad de postes de madera en el Perú representa un mercado con una demanda insatisfecha, la demanda de postes para transmisión de energía en el año 2005 alcanzó las 70000,00 unidades principalmente en postes de 12 metros de longitud (alrededor del 70%) y de postes de 8,00 metros (30%) que fueron provistos básicamente desde Estados Unidos con la especie Pino Amarillo del Sur. En el año 1997 la producción nacional alcanzó los 10510,00 metros cúbicos de postes de madera de 8,00 y 12,00 metros, principalmente de las clases 5 y 6 con el objetivo de abastecer las necesidades de pequeños servicios eléctricos, este volumen se redujo a aproximadamente la mitad en el año siguiente, manteniéndose baja la producción hasta la actualidad, el déficit de producción viene siendo cubierta por material importado principalmente de Canadá y Estados Unidos. En el país la oferta de postes de madera ha centrado en el Eucalipto la principal fuente de materia prima para su fabricación alcanzando a cubrir el 90% del producto ofertado. Es en este sentido, que la apertura del mercado a nuevas especies forestales que se comporten, en las características requeridas con similares o mejores índices de calidad que el Eucalipto, exigen estudios de investigación que permitan identificarlas y difundirlas para su utilización de manera que se amplíe la oferta, y satisfacer una mayor porción del mercado. Profundizar el conocimiento de las características y propiedades de la madera, sean estas anatómicas, físicas, químicas, mecánicas o de cualquier otra índole son importantes para la definición de los fines a los que vaya a ser destinada la madera y ampliar el abanico de posibilidades de especies maderables logándose una integral intervención del bosque, con mejores perspectivas económicas y mayores oportunidades de desarrollo.

El Eucalipto, que es la especie más difundida en la forestería en nuestro país, ha visto en la elaboración de postes uno de sus principales fines comerciales debido a sus características físicas y mecánicas, así como las anatómicas, puesto que presenta una alta durabilidad natural en el duramen, y una buena disposición de la albura para la aplicación de los preservantes que eleven su nivel de vida útil como producto, además de presentar un alto rendimiento dada la rapidez de su crecimiento. Sin embargo, actualmente el Eucalipto no puede satisfacer la demanda del mercado de postes, razón por la cual la investigación que tenga como objetivo la

ampliación del espectro de especies en capacidad de ser empleadas representa una manera de responder a esta necesidad.

El presente trabajo tiene por finalidad definir las características de las especies Gavilán Blanco (*Caraipa myrcioides*) y Palo Gusano (*Miconia barbeyana*) respecto a la durabilidad natural y preservación de la madera que determinen su aptitud para ser utilizadas para la fabricación de postes de madera para la transmisión de energía eléctrica en redes secundarias, así mismo realizar los cálculos de los costos de preservación de postes en la localidad de Shiringamazú, en la parte alta de la cuenca del Río Palcazú.

La investigación se enfoca principalmente en la preservación de la madera, proceso crucial en la elaboración de postes, puesto que así se puede elevar el tiempo de vida de la madera, haciendo rentable el ejercicio de esta práctica. El método Prescap que ha sido elegido para esta investigación, presenta la ventaja de disminuir el tiempo del proceso de preservación, dado que emplea bombas y compresoras para la inyección del preservador con mayor presión permitiendo de esta manera un mayor flujo de la solución por el interior del poste. Esto también implica una mayor inversión en maquinarias, equipos e insumos, en mano de obra calificada y en instalaciones e infraestructura específica para su funcionamiento.

La motivación de este trabajo es demostrar que, en bosques secundarios, existen especies que cumplen con los requisitos para ser insertadas en el mercado como materia prima en la fabricación de postes de madera. Se decide trabajar en bosque secundario por el rápido crecimiento de los individuos de las especies que ocupan este tipo de bosque; la superficie que estos bosques representan gran parte de la superficie total de los bosques del país; generar valores agregados a los bosques secundarios que permitan a sus propietarios obtener mayor beneficio de ellos y; proteger los bosques primarios de manera indirecta mediante la ampliación de la variedad de productos a comercializar en los bosques ya intervenidos.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 DE LAS ESPECIES EN ESTUDIO

Las especies estudiadas provienen del Valle del Palcazú, de bosque secundario y correspondiente a una zona de vida de Bosque Muy Húmedo Tropical y crecen sobre los 500 m. s. n. m. Las especies Gavilán Blanco (*Caraipa myrcioides*) y Palo Gusano (*Miconia barbeyana*) presentan fuste recto, sin ramificaciones y longitud adecuada para la fabricación de postes de 8,00 metros. **(Romaní, 2003)**

2.1.1 DE LA ESPECIE GAVILÁN BLANCO (*Caraipa myrcioides*)

En cuanto a Gavilán Blanco (*Caraipa myrcioides*), los ensayos físicos a los que fuera sometido revelan una densidad básica alta y una contracción volumétrica muy alta; asimismo, los ensayos mecánicos encuentran una resistencia media a los diversos esfuerzos, destacando la Flexión Estática ($MOE = 732 \text{ kg/cm}^2$ y $MOR = 136 \text{ kg/cm}^2$), Dureza (Lados = 523 kg/cm^2 y Extremos = 511 kg/cm^2) y Cizallamiento (83 kg/cm^2), Compresión (Paralela = 374 Kg/cm^2 y Perpendicular = 51 kg/cm^2) y Tenacidad (1,8 kg-m), en tanto que los coeficientes de variación de las propiedades físicas y mecánicas están dentro de los rangos exigidos para su utilización como postes. **(Romaní, 2003)**

2.1.2 DE LA ESPECIE PALO GUSANO (*Miconia barbeyana*)

Palo Gusano (*Miconia barbeyana*), por sus propiedades físicas y mecánicas clasifica como una madera de comportamiento medio para su empleo como postes de transmisión de energía, destacando los valores de Flexión Estática ($MOE = 551 \text{ kg/cm}^2$ y $MOR = 110 \text{ kg/cm}^2$), Dureza (Lados = 309 kg/cm^2 y Extremos = 382 kg/cm^2) y Cizallamiento (72 kg/cm^2) Compresión (Paralela = 292 kg/cm^2 y Perpendicular = 34 kg/cm^2) y Tenacidad (0,8 kg-m). Estas apreciaciones permiten catalogar a la especie Palo Gusano como de aptitud para su uso estructural. **(Romaní, 2003)**

2.2 DEL POSTE DE MADERA

Dentro de los usos actuales de la madera preservada debe destacarse el papel desempeñado por los postes para los planes de electrificación rural principalmente, así como para la construcción de viviendas. Hoy en día, existe la necesidad de preservar madera no sólo para agregarle valor y calidad al producto, sino también para lograr un aprovechamiento integral del bosque. Incrementa la importancia de la utilización de madera preservada, que las condiciones ambientales sean favorables para el desarrollo de hongos e insectos destructores de la madera. **(JUNAC, 1988)**

El poste de madera es un elemento generalmente rollizo, cuya función es soportar el tendido de líneas de transmisión de energía eléctrica, cables para líneas telefónicas y todo otro sistema que requiera del tendido aéreo de redes de comunicación o conexión. De esta forma, la Norma Técnica Peruana, señala que los postes de madera para líneas de transmisión de energía deben tener una sección en la cabeza aproximadamente circular no menor a los 22 centímetros, con una longitud mínima de seis metros. De la misma forma señalan que estos pueden provenir de especies de árboles con madera de durabilidad natural prolongada o en caso contrario de corta durabilidad natural sometida a procesos de preservación que alarguen su tiempo de vida gracias a que su estructura anatómica así lo permite. **(ITINTEC, 1974)**

La madera es un material que tiene una gran variedad de aplicaciones; su correcta utilización, dada la gran cantidad de especies forestales de las que procede, está condicionada a la concordancia entre las propiedades tecnológicas de ella y los requisitos específicos de un uso determinado. Para su cumplimiento es indispensable conocer las características tecnológicas de las especies de madera y los requisitos exigidos a sus productos. El no tomar en cuenta esta condición produce resultados adversos que, frecuentemente inducen a concluir, generalizando, que la madera no sirve para el uso propuesto. **(Bueno, 1972)**

2.2.1 EL POSTE DE MADERA EN EL MUNDO

El mundo presenta hoy una tendencia ecológica conservacionista como una respuesta a un serio análisis de la actividad humana durante la historia frente a su medio ambiente. El uso racional de los recursos naturales se presenta como una necesidad que garantice la supervivencia del hombre en el futuro. A su vez, desde el punto de vista económico, el mundo exige de productos de bajo costo y buena calidad que puedan competir con nuevos productos de alta tecnología. La preservación es el medio más económico para la mejor y mayor utilización de la madera. En gran parte de América del Sur existe la necesidad de preservar la madera no sólo para agregarle valor y calidad al producto, sino también para lograr un aprovechamiento integral del bosque. De los usos de la madera preservada en América del Sur debe destacar los postes en la electrificación rural, los durmientes en la minería y la construcción de viviendas. **(JUNAC, 1988)**

La vida de servicio de un poste actualmente se estima en unos 40 años aproximadamente. En Estados Unidos los postes instalados entre 1950 y 1970 ya deben ser reemplazados, sólo la reposición de aproximadamente 870000 postes significan una inversión de 1347 millones de dólares, lo cual indicaría una demanda continua para las próximas décadas. Los postes de madera son los que tienen los costos más bajos, sin embargo, el mercado va en declive, los productores deben reaccionar pues los postes de materiales alternativos representan cada vez más una gran competencia en costos, lo mismo que en sus costos de producción e instalación. Los postes de productos alternativos resultan más costosos en sus inicios, pero teniendo en cuenta el tiempo de vida de los mismos resultan siendo más económicos que los postes de madera. Los materiales alternativos con los cuales se fabrican en la actualidad postes son: Fibra de vidrio, Acero, Composite, Concreto, Derivados plásticos. Sin embargo, considerando el factor medio ambiental, de utilizarse estos materiales, el consumo global de energía no limpia se incrementaría y aumentaría la cantidad de dióxido de carbono (CO₂) en la atmósfera, éste es un punto favorable para continuar con el uso de los postes de madera. Por todo lo mencionado se deben sumar esfuerzos en la investigación de nuevas tecnologías más eficientes que garanticen mayor calidad y menores costos. **(AWPA, 1995)**

2.2.2 EL POSTE DE MADERA EN EL PERÚ

En 1971 se estableció el convenio entre el Ministerio de Energía y Minas, la Universidad Nacional Agraria La Molina y el Instituto de Investigación Tecnológica Industrial y de Normas Técnicas para la investigación y normalización de postes de madera para líneas de conducción de energía, de este convenio se obtuvieron las Normas Técnicas Nacionales Sobre Postes y Preservación de Madera, estableciendo condiciones mínimas a cumplir para satisfacer el requerimiento exigido a los postes de Eucalipto. El Plan de Electrificación Rural prácticamente ha agotado la posibilidad de obtener buenos postes de Eucalipto, debido a que la masiva extracción de los mejores individuos fue causando una erosión genética. El panorama se agrava debido a las malas prácticas de preservación que no permiten ofrecer un poste de calidad, situación que obliga al Ministerio de Energía y Minas a importar postes preservados, desplazando al poste nacional de Eucalipto por el poste importado de Pino Oregón y Pino Amarillo del Sur. **(Araujo, 2001)**

2.2.3. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL POSTE DE MADERA

La madera tiene una resistencia intrínseca contra el desgaste, la oxidación, la corrosión, y la fatiga, siendo resistente en los ambientes que usualmente afectan la integridad estructural de las vigas de acero o provocan la desintegración del hormigón reforzado. La elasticidad de la madera le confiere ventajas sobre los materiales rígidos y quebradizos, especialmente cuando se producen movimientos de tierra, fenómenos de erosión y socavación de estructuras o cualquier cambio en el suelo debido a los ciclos de variación de temperaturas a condiciones de temperatura ambiental extremas. **(Koppers, 1982)**

2.3 DE LA DURABILIDAD NATURAL DE LA MADERA

Por tratarse de un material orgánico, la madera es susceptible al ataque, sea de organismos biológicos, tales como bacterias, hongos, insectos, perforadores marinos e incluso animales superiores; así como por causas no biológicas como el fuego, el desgaste mecánico y la acción de la intemperie. De estos son los agentes biológicos los que han demostrado la más alta

incidencia de destrucción de los tejidos xilemáticos, razón por la cual se le haya prestado mayor atención cuando se trata de alargar el tiempo de vida útil de la madera. Por lo tanto, el estudio de la durabilidad natural de la madera se refiere a la capacidad natural de la madera de resistir el ataque de los hongos dada su preponderante participación frente a los demás agentes destructores. **(JUNAC, 1988)**

La resistencia natural de la madera determinada por el método de cultivo artificial de hongos xilófagos seleccionados da un índice confiable de lo que pasaría con la madera en condiciones severas de servicio, por lo que los resultados obtenidos en el laboratorio pueden tomarse como indicativos reales dado que todos los factores que intervienen en la prueba, tiempo de exposición, humedad, temperatura, oxigenación, agente causal de la destrucción de la madera, entre otros, son definidos y controlados. Por otra parte, las pruebas de campo en cementerios de estacas reflejan mejor las condiciones reales de la madera en servicio pues esta expuesta a distintos tipos de hongos, a insectos y a las variaciones climáticas del medio ambiente pero la demanda de periodos de tiempo prolongados limitan su aplicación, sin embargo, sus resultados son concluyentes. Las experiencias demuestran que hay buena correlación entre los resultados obtenidos en laboratorio frente a los obtenidos en pruebas de campo o en servicio, por lo tanto los resultados obtenidos en laboratorio son válidos y reflejan fielmente el comportamiento de la madera bajo condiciones de servicio severas y propicias para el ataque de hongos xilófagos. **(Bueno, 1972)**

La gran variedad de factores que intervienen en la durabilidad de la madera no permite conocer con exactitud esta propiedad, es necesario clasificarla en grupos más o menos amplios de resistencia. La Norma ASTM D – 2017 señala que para maderas latifoliadas la clasificación según su durabilidad natural frente al ataque de los hongos xilófagos, se establece mediante una escala en la pérdida de peso de las probetas definiéndose cuatro categorías:

- Altamente Resistentes (AR) 0 – 10 (Porcentaje de pérdida de peso)
- Resistentes (R) 11 – 24
- Moderadamente Resistentes (MR) 25 – 44
- No Resistentes (NR) 45 en adelante

Para el caso de maderas blandas o coníferas, establece una quinta categoría intermedia de Muy Poco Resistente. **(JUNAC, 1988)**

Para obtener resultados concluyentes debe realizarse estudios completos de durabilidad, lo que significa estudios en durabilidad natural y estudios de durabilidad adquirida ambos en laboratorio para finalmente compararlos con los resultados de ensayos de campo en cementerios de estacas y con ello establecer las “Clases de Durabilidad” comparando madera de albura con madera de duramen, madera blanda con madera dura, madera sin preservar con madera preservada. **(Eaton et al, 1993)**

Cuando se exponen tanto albura como duramen de una madera de un bosque tropical a la pudrición de hongos xilófagos estas reaccionan en forma diferente ya que mayormente el duramen presenta alta resistencia mientras que la albura suele ser fácilmente susceptible. Si bien el color y el peso son índices de la durabilidad natural de la madera sea en albura o en duramen no son confiables puesto que existen maderas livianas muy resistentes y maderas pesadas muy susceptibles, por lo que se atribuye la durabilidad natural a los componentes o extractivos que cada una de ellas posea. La relación entre durabilidad natural y el porcentaje de extractivos es muy estrecha. Los principales componentes que le dan resistencia a la madera son compuestos fenólicos, aceites esenciales, bajo contenido de humedad, compactación y el bloqueo de cavidades celulares por látex, gomas, resinas y tilosis **(Libby, 1976; Trujillo, 1992; Rengifo, 1992)**

2.3.1 LOS AGENTES DESTRUCTORES DE LA MADERA

En las pruebas de laboratorio las condiciones en las que se desarrollan los hongos xilófagos son las óptimas pues se les garantiza una buena humedad relativa, una temperatura óptima para su desarrollo, abundante oxígeno y abundante alimento, por lo que estadísticamente presentan un alto porcentaje de seguridad con respecto a los resultados obtenidos y el comportamiento de la madera bajo condiciones de uso. Por el contrario, cuando se trata de las pruebas o ensayos de campo el riesgo de error es muy alto por la gran variabilidad de las condiciones bajo las cuales se realiza el experimento, a esto se debe incluir el error humano en que incurre el evaluador puesto que siempre existirá una variación inevitable en los criterios de evaluación con el paso

del tiempo, por lo que se recomienda que las evaluaciones sean realizadas por un mismo investigador y que además se registren todas las variaciones climáticas sucedidas durante el periodo de la prueba. **(González, 1979)**

Para los ensayos de durabilidad natural por los métodos acelerados se recomienda emplear hongos que sean muy agresivos en el ataque a la madera, en el caso de las maderas blandas o coníferas las especies de hongos recomendadas son *Lenzites trabea* Pers. ex Fr (Madison 617) y *Poria monticola* Murr. (Madison 698); y en el caso de las maderas duras o latifoliadas las especies deberían ser *Poria monticola* Murr. (Madison 698), *Lenzites trabea* Pers. ex Fr (Madison 617) y *Polyporus versicolor* L. ex Fr. (Madison 697) Sin embargo, si en algún lugar aun no se han iniciado las pruebas de durabilidad natural o adquirida se pueden utilizar patrones al azar, que puedan ser refrendados por resultados de estudios posteriores que complementen la investigación. **(ASTM, 1980)**

Los hongos xilófagos son los responsables de la degradación natural de las plantas y de la piel de los animales, creciendo sobre la materia orgánica muerta como es el caso de la madera. Son parásitos cuya misión es la de mantener el equilibrio ecológico entre el suelo, el agua y la materia orgánica. La energía recibida por los hongos es básicamente carbono y es consumida para sus necesidades liberando después oxígeno. **(Eaton et al, 1993)**

2.3.2 LOS HONGOS XILÓFAGOS

Los Hongos xilófagos son organismos eucarióticos similares a las plantas pero que son incapaces de producir por ellos mismos sus alimentos ya que sus células no contienen clorofila; son más bien las células de las plantas verdes quienes si pueden producir sus alimentos. Esta característica amplia su rango de habitat pudiéndose desarrollar con total libertad en medios naturales como artificiales. **(Nakasone, 1990)**

De acuerdo a la Taxonomía los hongos xilófagos son clasificados de la siguiente manera:

Reino	Fungi
División	Eumycota u Hongos Verdaderos
Subdivisión	Basidiomycotina
Clase	Hymenomyces (Basidiomycetes)
Orden	Agaricales, Aphyllophorales o Polyporales

Los hongos capaces de degradar la madera son principalmente los Agaricales y Polyporales, poseen enzimas específicas de amplio rango adaptativo que le permite reducir la celulosa y la lignina, son denominados hongos superiores debido a que poseen cuerpos fructíferos desarrollados en su sistema reproductivo. **(González 2001)**

Los hongos xilófagos necesitan de carbono provenientes de cuerpos orgánicos que posean polisacáridos, azúcares, almidones y minerales en su estructura; la madera que contiene celulosa, hemicelulosa, y otros componentes carbonados, pero la lignina no es una principal fuente de alimento, ya que sufre muchas modificaciones y las enzimas no necesitan ser especializadas para degradarla, la mayoría de hongos xilófagos causan pudrición blanca. **(Morris *et al*, 1992)**

Los hongos Agaricales se caracterizan por poseer un cuerpo fructífero suave, carnoso, con forma de sombrero o abanico, de aspecto amarillento con manchas atractivas y agallas excéntricas, debajo del abanico o sombrero están conectados al resto del hongo por el talo, pie o estípite, además poseen un casquete o píleo donde se encuentran contenidas las esporas en agallas o láminas orientadas verticalmente y se irradian hacia fuera desde el tallo central o estípite a excepción del género *Bolletus* o *Sillus* que presenta en el lugar de las agallas unos tubos y las esporas, que se desarrollan dentro de los tubos, una vez que maduran son irradiadas a través de poros que se abren en la base. Generalmente son patógenos de los árboles, sin tener una importancia económica significativa; sin embargo, cuando el ataque se realiza a la madera propiamente dicha, su poder destructivo crece considerablemente pudiendo destruir la madera

completamente. Ocasionalmente los hongos Agaricales podrían llegar a generar pudrición blanca en madera instalada. **(Pino, 2002)**

La identificación taxonómica en los hongos Polyporales es muy complicada ya que existen más de 20 familias de hongos definidas, por lo que hay que recurrir al reconocimiento de esporas, hifas, himenios y a toda la morfología de los esporóforos. Los cuerpos fructíferos de estos hongos exponen gran variedad de formas, tamaños, texturas, aunque generalmente son conocidos como hongos de repisa, casco de caballo, o estratificados; ya que son de vida larga. La consistencia de estos hongos es generalmente dura, coriácea y leñosa pero también existen hongos de consistencia carnosa. El himenio de los hongos polyporales, sostiene a las esporas en poros o tubos estrechos de disposición vertical, sin embargo existen hongos que forman platos elongados con apariencia de agallas, tal es el caso del hongo *Schizophyllum commune* que forma un abanico con agallas en su esporóforo. Dentro de este orden la acción del hongo *Coniophora puteana* acusa gran importancia debido a que ataca a madera estructural de sótanos y cimientos, así también la acción del hongo *Serpula lacrymans* (*Merulius lacrymans*) que causa pudrición seca de la madera. **(Nakasone, 1990)**

Los medios nutritivos para el cultivo de hongos deben contener elementos orgánicos e inorgánicos, las fuentes para preparar dichos medios nutritivos son amplias, teniendo por ejemplo extractos de papa, zanahoria, malta y maíz. Los elementos que incluyen el sustrato alimenticio artificial son: nitrógeno, fósforo, potasio, azufre y magnesio, y en menor proporción: hierro, cobre, zinc y boro. El extracto de malta – agar, rico en azúcares es el más recomendado para investigaciones científicas de pudrición de la madera. **(King et al, 1980)**

Para que los hongos xilófagos sean capaces de degradar la madera, esta debe alcanzar niveles de humedad superiores al 20%, ya que el agua contiene alta cantidad de solutos y sólo los hongos osmofílicos son capaces de tolerar condiciones de bajo potencial de agua. Si los hongos se encontraran en un medio saturado no podrían desarrollarse debido a la escasez de oxígeno. **(Giffin, 1977)**

Existen cuatro tipos de pudrición claramente diferenciadas: i) La Pudrición Marrón (Brown Rots), que afecta la resistencia de la madera y altera su permeabilidad dificultando el proceso de secado. ii) La Pudrición Blanca (White Rots), que también afecta la resistencia de la madera y es la más generalizada entre las maderas tropicales. iii) La Pudrición Seca (Dry Rots), ocasionada por hongos muy especializados capaces de tolerar deficiencias de humedad, ya que son capaces de producirla y transportarla grandes distancias a través de gruesos rizomorfos. iv) La Pudrición Húmeda (Wet Rots), en la que los hongos atacan maderas con contenidos de humedad mayores al 40 o 50%. **(Wilkinson, 1979)**

2.4 DE LA PRESERVACIÓN DE LOS POSTES DE MADERA

Un poste es un árbol y un árbol cumple un ciclo natural. En este ciclo después de que un árbol muere existen agentes naturales encargados de transformar los compuestos que constituyeron un organismo vivo en compuestos más simples, que puedan ser asimilados por otros organismos que forman parte del mismo ciclo. Los agentes naturales encargados de transformar los constituyentes químicos de los árboles son los mohos, hongos e insectos xilófagos y perforadores marinos. Estos organismos requieren para su existencia de oxígeno, humedad, temperatura y alimento. Los primeros factores son difíciles de controlar pero el alimento si es posible transformarlo en no apetecible para estos organismos, éste es el objeto de la preservación de la madera. **(Osmose, 1983)**

La preservación consiste básicamente en incorporar a la madera las sustancias químicas necesarias para controlar el factor alimento de los agentes biológicos destructores de la madera, prolongando el tiempo de vida de este material. La preservación más eficiente es aquella en la que la madera retiene la cantidad justa y necesaria de preservantes en función al uso que se le va a dar. La clasificación de los métodos de tratamiento de la madera se divide en dos categorías principales:

- Los Métodos Profilácticos, en los que el preservante conserva la madera por periodos cortos de unos tres meses antes de ser procesada, aserrada y secada.

- Los Métodos de Preservación, que protegen la madera a largo plazo y pueden subdividirse en tres tipos de procesos: Sin Presión, A Presión y, Especiales.

Los métodos sin presión son los más sencillos puesto que trabajan con la presión de la atmósfera, mientras que los tratamientos a presión son mucho más sofisticados y requieren de equipos complejos como autoclaves para poder inyectar el preservante en la madera. Los métodos de preservación especiales hacen uso de presiones ligeras pero sin el uso de autoclaves. **(JUNAC, 1988)**

De los métodos especiales el más importante es el Método Boucherie, y a partir del cual se han realizando modificaciones no sustanciales que no varían el principio básico: el desplazamiento de la savia para reemplazarla por la solución preservadora de sales hidrosolubles. Este proceso es válido para madera rolliza y sólo es aplicable a la albura para lo cual se requiere madera verde que haya sido recién cortada, la impregnación en el duramen es insignificante o nula debido a su impermeabilidad. Las limitaciones de este método están dadas en cinco aspectos básicos: La tendencia de la madera a agrietarse durante el proceso de secado que dejaría expuesta parte del duramen no impregnado a los agentes destructores de la madera. Resulta difícil hacer la determinación exacta de las retenciones de preservante y por ende fijar el momento preciso en que se debe terminar el proceso. Cuando las temperaturas disminuyen por debajo de los 10° C se deben prolongar los tiempos de tratamiento. Un elevado consumo de preservante debido a las pérdidas que se ocasionan en forma directa o por rechazos del material ya tratado que se presentan después del tratamiento, pérdidas que a su vez pueden ocasionar daño ambiental ya que el preservante no es reutilizable. En campo no es observable cuando finalizar el proceso, puesto que la apreciación de la coloración de la solución y el color que toma la madera es muy subjetiva. **(JUNAC, 1988)**

La eficiencia de los preservadores puede determinarse en campo o en laboratorio y duran de ocho a diez años o de tres a cinco meses respectivamente. En laboratorio se determina la composición de los productos, su toxicidad, capacidad de penetración, lixiviación, corrosión, entre otras propiedades de los preservantes. Los preservantes hidrosolubles son compuestos inorgánicos muy eficaces para la preservación de la madera. Los del tipo CCA están formuladas en base de cromo, cobre y arsénico, mientras que los del tipo CCB de cromo, cobre y boro. Se trata de compuestos ácidos y por lo tanto corrosivos. El cromo fija los preservantes

para evitar la lixiviación y les resta poder corrosivo. El cobre actúa como un fungiestático y fungicida, y el arsénico y el boro por su parte son efectivos contra el ataque de los insectos. Estos preservantes se pueden usar en postes de madera sometidas a las condiciones más desfavorables, por eso se han generalizado en todo el mundo. La mayor ventaja que presentan los preservadores hidrosolubles es que se puede conocer perfectamente su composición química; se transporta en forma sólida, utilizan de solvente al agua, no desprenden olores y permiten el acabado de la madera por lo que es posible aplicar lacas, barnices, pinturas y otros, no aumentan la inflamabilidad de la madera y no son fitotóxicos, para esto es preciso dejar reposar la madera de cuatro a seis semanas para que las sales se fijen en la madera. **(Canchucaja et al, 1995)**

2.4.1 EL MÉTODO PRESCAP

El método Prescap es un proceso similar al proceso Boucherie por el tratamiento longitudinal de la madera verde. Este es un proceso de desplazamiento de savia por capilaridad a lo largo del poste mediante una presión de 200 psi frente a los 10 ó 20 psi que utiliza el método Boucherie, de manera que se puede reducir el tiempo de duración del proceso a 2 horas. Los casquetes o capuchones que en principio son los mismos que utiliza el método Boucherie, han sido modificados con la finalidad de soportar las altas presiones con que opera este método **(José, 1992)**

El método Prescap fue creación de Monie Hudson entre 1960 y 1970, es una modificación del método Boucherie, en el cual las presiones aplicadas corresponden a las diferencias de altura entre el tanque de abastecimiento del preservante y la altura a la que se encuentran los casquetes. En el caso del sistema Prescap, las presiones utilizadas pueden llegar a alcanzar las 175 lb/pulg² (14 atmósferas) para lo cual se hace uso de una compresora de aire y tanques de presión. La madera debe estar recién cortada o debe ser mantenida bajo condiciones de alta humedad para aplicar con éxito el preservante. **(González, 1981)**

El poste debe ser tratado por el método Prescap antes de las 48 horas de haber sido tumbado el árbol. Además se recomienda que una vez iniciado el proceso este debe detenerse con la finalidad de despuntar los extremos de los postes para evitar la obstrucción de poros por residuos sólidos en la solución preservadora o la solidificación de inclusiones propias del árbol. **(José, 1992)**

2.4.2 PARÁMETROS DE CONTROL DE CALIDAD DE LA MADERA TRATADA

El control de la calidad determina el éxito en la preservación y garantiza una larga vida útil de la madera tratada. Al terminar el tratamiento se debe inspeccionar la carga para detectar daños mecánicos o defectos en el proceso de impregnación. Los defectos de tratamiento se refieren a penetración incompleta o desigual en la madera tratada. La evaluación del grado de protección que se da a la madera mediante la aplicación de sustancias preservativas, se realiza midiendo la absorción y la penetración de los preservantes en la impregnación; la efectividad de un tratamiento se mide fundamentalmente por los valores de penetración y retención. **(JUNAC, 1988)**

La absorción es la cantidad total de preservante que queda en la madera después de la impregnación, depende del sistema utilizado, de la humedad, de las características de la madera a tratar y de la naturaleza del producto químico preservante; dado el gran número de factores que intervienen en la absorción hay que basarse en determinaciones previas para poder llegar a un valor confiable, para ello lo más conveniente es pesar la madera antes y después del tratamiento, la diferencia de estos pesos (en kg) dividida entre el volumen total de la madera (en m³), nos da el valor de la absorción expresada en kg/m³. De conocerse la concentración de preservante en la solución puede multiplicarse este valor dividido entre 100 por el resultado anterior. **(JUNAC, 1988)**

A) PENETRACIÓN

La determinación de la penetración se realiza por medio de ensayos de coloración, para ello se utiliza Cromo Azurol S reactivo para detectar la presencia de cobre en la madera tratada, para ello se pulveriza el reactivo en solución de ensayo sobre la superficie de un tarugo de madera

preservada previamente extraído, la presencia de cobre se evidencia por la coloración azul oscuro del reactivo al contacto con la madera. **(Canchucaja, et al, 1995)**

Es la profundidad que alcanza el preservante en la madera tratada. Cuanto más profunda sea la zona penetrada por el preservante mejor será la protección de la madera. Para que la inyección sea profunda la madera debe estar seca y descortezada, salvo en los casos de tratamientos por capilaridad, difusión u ósmosis, en donde se requiere madera húmeda. La clasificación de maderas según su penetración es:

- Total regular; toda la sección está penetrada con concentración uniforme
- Total irregular; existen pequeñas lagunas con mayor concentración.
- Parcial regular; zona penetrada es periférica más o menos uniforme.
- Parcial irregular; zona penetrada es periférica con lagunas sin patrón fijo.
- Parcial vascular; penetración por los elementos conductores (longitudinal)
- Penetración nula; Cuando no existe penetración significativa.

La penetración también está influenciada por la naturaleza del preservante, así los hidrosolubles por tensión superficial y la incapacidad de mojar por completo la pared celular son los que menos penetran. **(JUNAC, 1988)**

B) RETENCIÓN

La retención es la cantidad de óxidos del preservante que ha quedado en la madera después del tratamiento: La retención es equivalente a la absorción neta y se expresa en kilos de sustancia activa (óxidos del preservante) por metro cúbico de madera. **(JUNAC, 1988)**

Para la determinación de la retención del preservador en la madera tratada existen diversas metodologías, puede realizarse mediante un análisis químico cualitativo y cuantitativo, por medio de análisis de espectroscopia de rayos x, análisis de espectrofotometría de absorción atómica y por análisis colorimétrico. **(Canchucaja, et al, 1995)**

En sus recomendaciones técnicas para la preservación de la madera, tanto AWWA como ASTM, señalan que los análisis por colorimetría, sea para madera tratada o para soluciones de tratamiento, son muy precisos y rápidos, cuando se utilizan los espectrofotómetros “SPECTRONIC 20 D” en las determinaciones de Cromo, Cobre y Arsénico. Sin embargo recomiendan que en caso de controversia se empleen como árbitros los métodos convencionales de cenizas húmedas o secas, cuyos resultados serán determinantes. **(ASTM, 1980; AWWA, 1995)**

El método colorimétrico permite determinar indirectamente el peso o el volumen de una sustancia (preservante de madera) por comparación de las intensidades de los haces de luz visible transmitidos a través de disoluciones que contienen la misma sustancia absorbente; mediante el uso de filtros o por medio de difracción, se selecciona un haz de luz monocromático midiendo y comparando los porcentajes de transmisión de luz en la disolución que se investiga frente a la de una muestra patrón, por paso a través del mismo. La espectroscopia molecular permite al hombre realizar estos análisis en soluciones que contengan cantidades muy pequeñas de los productos químicos que se desean investigar, basándose en el tono e intensidad de la solución coloreada. Las investigaciones permiten la determinación de concentraciones de productos hasta el nivel de traza de metales en solución, en concentraciones tan bajas como las expresadas en partes por millón (ppm) y aún menores, tal es el caso del Cobre, Cromo, Arsénico, Boro y otros elementos utilizados en la preservación de la madera. **(González, 1997)**

La espectrometría basa sus análisis en las leyes de Lambert y de Beer, que combinadas pueden presentarse como la ley Lambert – Beer y que como tal es válida sólo si se aplica correctamente en soluciones en que la estructura del soluto que colorea la solución no varíe en la concentración, lo que significa que los cambios en la solución no van acompañados de variaciones en el grado de ionización, de asociación, de disociación, de dispersión o de solvatación del soluto. Inversamente, las mayores o menores desviaciones de la luz, proporcionan datos cuantitativos con respecto a estos fenómenos. **(Van Holde, 1979)**

La ley de Lambert explica que cuando una luz monocromática pasa a través de una solución la intensidad de la luz disminuye exponencialmente a medida que aumenta aritméticamente el espesor de la capa absorbente, es decir:

$$T = I / I_0 = 10^{-k' l} \quad \text{Transmitancia}$$

$$\log_{10} I_0 / I = k' l \quad \text{Absorbancia}$$

Donde k' es una constante cuyo valor depende de la naturaleza del medio, la longitud de la onda de la luz y la concentración de la solución. **(Roy, 1992)**

Por su parte la ley de Beer explica que cuando una luz monocromática atraviesa una solución la intensidad de la luz disminuye en forma exponencial a medida que aumenta aritméticamente el espesor de la solución, es decir:

$$T = I / I_0 = 10^{-k'' c} \quad \text{Transmitancia}$$

$$\log_{10} I_0 / I = k'' c \quad \text{Absorbancia}$$

Donde k'' es una constante que depende de la naturaleza del medio, de la longitud de onda de la luz y del espesor de la capa absorbente.

La combinación de estas dos leyes conduce a la ley de Lambert – Beer, la que se puede expresar de la siguiente manera:

$$T = I / I_0 = 10^{-k c l} \quad \text{Transmitancia}$$

$$\log_{10} I_0 / I = k c l \quad \text{Absorbancia}$$

Donde k viene a ser la combinación de k' y k''

De esta manera se puede relacionar la intensidad de luz que atraviesa una sustancia pura con la concentración que ésta tiene logándose determinaciones cuantitativas. **(Willard, 1984)**

2.5 DE LOS COSTOS DE PRODUCCIÓN DE POSTES DE MADERA

2.5.1 LOS COSTOS DE PRODUCCIÓN FORESTAL

Para alcanzar una mayor eficiencia en el empleo de tecnologías de extracción mecanizadas resulta de vital importancia analizar los factores que determinan la productividad y los costos a fin de tomar decisiones que permitan una mejor realización de las operaciones. **(Chuquicaja 1992)**

Para nuestra realidad constituye un reto hacer que las especies forestales puedan ser aprovechadas racionalmente y lograr introducirlas a una economía de mercado. Para ello es necesario saber en que medida se puede llevar a cabo su aprovechamiento, es decir, tener parámetros de confianza que nos permitan diseñar planes de manejo orientados a poder abastecer al mercado de productos forestales en forma sostenida obteniéndose mayores ingresos. **(Carrasco, 1996)**

En el aprovechamiento forestal, los costos de extracción y transporte pueden variar entre límites muy amplios al estar condicionados por innumerables variables, tales como la eficiencia y el grado de organización de la empresa forestal, métodos y equipos utilizados, condiciones del bosque periodo anual de trabajo, distancia de desembosque y transporte, entre otros. **(Campos, 1983)**

Para calcular los costos en la producción y transporte de madera es necesario recolectar información básica y familiarizarse con la siguiente terminología:

- Inversión o costos de adquisición: incluye costos del equipo, costos de equipo adicional, impuesto, transporte y otros.
- Valor de reventa: estimar dicho valor es difícil porque se basa en un futuro valor en el mercado y en las condiciones que tendría el equipo al momento de venderlo; se estima en 20% del valor de la adquisición.
- Vida económica: la mayor indicación de la vida económica de un equipo está basada en la experiencia profesional con equipos similares.

- Costo de operación: incluye mantenimiento y reparación, combustibles y lubricantes y otros.
- Costos de posesión: incluye operaciones, intereses, seguros e impuestos.
- Costos de mano de obra: incluye salario, leyes sociales, alimentación.

Los jefes de operaciones y otros que tengan que ver con los cálculos de costos de maquinarias y operaciones deben estar familiarizados con los métodos de análisis de costos a fin de encontrar el más apropiado a sus necesidades (**Casas 1989**)

De la pequeña industria forestal existe en realidad, poca información económica principalmente cuando se trata de productos madereros procedentes del bosque, procesados con métodos artesanales y comercializados en mercados informales. Las pequeñas empresas basadas en productos del bosque se caracterizan por: Basarse en operaciones tecnológicamente sencillas, que no requieren grandes habilidades y poco exigentes en capital, estar ubicados predominantemente en el medio rural, depender del empresario y de su familia para suplir gran parte de la mano de obra necesaria, ser muy pequeña en tamaño. Por lo general no existen estudios de mercado para los productos de la pequeña empresa forestal, sea el que fuera los bienes producidos en forma artesanal o industrial. Estos no tienen una estrategia de ventas y su producción se debe en forma genérica a la existencia de la materia prima en la zona, la mayoría expone sus productos a lo largo de las carreteras o en ferias populares agroindustriales realizadas en los pueblos, esperando que sean comprados. De esta forma están sujetos a los intermediarios y no logan retener en la comunidad el valor real de sus productos. (**FAO 1990, FAO 1995**)

2.5.2 LOS COSTOS EN LA PRESERVACIÓN DE LA MADERA

El uso de la tecnología exige mayor especialización en mano de obra y perfeccionamiento de la actividad empresarial. Los resultados permitirán a los empresarios contar con información rápida de fácil uso que les permita conocer sus productividades y de acuerdo a las condiciones de operación, disponiendo de parámetros que le permitan elevar su eficiencia (**Martel 1992**)

La cuantificación del costo del poste preservado y sin preservar, realizando una comparación del valor de sus servicios en un periodo determinado.

$$CT = V (C1 + C2)$$

$$CT (2\%) = S/. 42,16$$

CT: Costo Total

$$CT (4\%) = S/. 63,27$$

$$CT (SP) = S/. 16,92$$

Donde:

V: Volumen

C1: Costo por metro cúbico de poste al lado del camino

C2: Costo de tratamiento por metro cúbico de poste

$$C2 = a + b + c$$

(a: Mano de obra, b: Costo de preservante, c: Transporte del equipo)

Mediante la preservación y depreciación se logan beneficios positivos a largos plazos. La proporción del costo entre poste preservado y sin preservar es de 1 a 5, es decir, que si en un periodo de 10 años se requiere un poste preservado, para el mismo periodo se requerirá 5 postes sin preservar. (**Anaya, 1973**)

Los cálculos aproximados indican que el tratamiento a presión, para proteger siquiera el 1% de la madera que actualmente se utiliza en los países tropicales, podría resultar en un ahorro de no menos de 75 millones de dólares americano al prolongar la durabilidad y por lo tanto la duración en servicio de la madera utilizada. (**Silva, 1974**)

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 FASE DE CAMPO

3.1.1 UBICACIÓN POLÍTICA

La fase de preservación de postes así como la de toma de muestras y extracción de probetas se realizó en la planta de preservación de postes de madera de la cooperativa forestal “SAYA” con individuos provenientes de las especies seleccionadas, las que provienen de la Comunidad Nativa de Shiringamazú, ubicada en el Distrito del Palcazú, Provincia de Oxapampa, Departamento de Pasco. Aquí se realizó también la toma de muestras para los ensayos de durabilidad natural y se tomaron los datos necesarios para la realización de los cálculos que conlleven a obtener los costos de producción de postes.

3.1.2 UBICACIÓN GEOGRÁFICA

La zona de origen de las especies en estudio se encuentran ubicadas según coordenadas UTM a E: 485888 y N: 8865647 (Datum WGS 84 Zona 18S), a una altitud sobre el nivel del mar de 500,00 metros. Corresponde a la margen izquierda de la parte alta de la cuenca del Río Palcazú. Presenta una fisiografía muy accidentada, con elevadas pendientes. El suelo es arcilloso con una capa orgánica poco profunda.

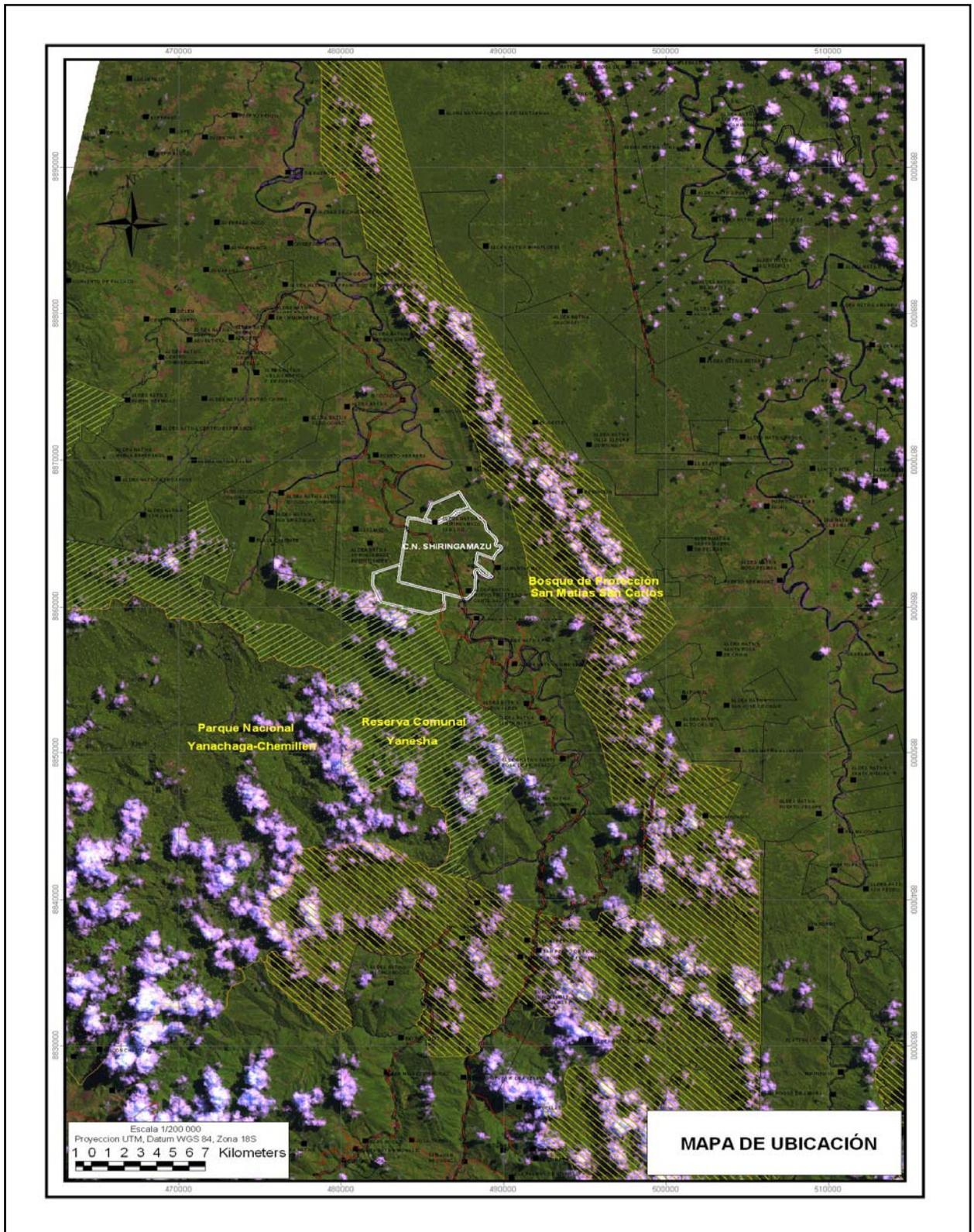


Figura 1 Imagen Satelital de ubicación geográfica de la Comunidad Nativa de Shiringamazú

3.1.3 CLIMA Y ECOLOGÍA

Presenta alta precipitación todo el año, alrededor de 7000 mm., alta humedad relativa con presencia de nubosidad baja y neblina. La temperatura media es de 22 °C. Ecológicamente corresponde a una zona de Bosque Muy Húmedo Tropical, según la clasificación de zonas de vida, también se le denomina Bosque de Nubes o Bosque de Montaña. Por la intervención humana de sus bosque nos encontramos en un Bosque secundario, pudiéndose observar en determinadas zonas una total deforestación para la formación de pastizales con fines ganaderos. En general el tipo de agricultura practicada es migratoria, aunque también se observa en menor medida cultivos perennes y la práctica de métodos de cultivo propios de la serranía del país por parte de los colonos.

3.2 FASE DE LABORATORIO Y GABINETE

Los estudios de durabilidad natural, penetración y retención de preservantes en la madera, el análisis de los resultados y los cálculos de costos se realizaron en el Laboratorio de Preservación de la Madera, del Departamento Académico de Industrias Forestales de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional Agraria La Molina.

3.3 MATERIA PRIMA

Las especies seleccionadas fueron Gavilán Blanco (*Caraipa myrcioides*) y Palo Gusano (*Miconia barbeyana*) y fueron identificadas botánicamente por **Kroll (2005)** y por **Bañon (2005)**, está última clasifica a Gavilán Blanco como *Licania sp.* de la familia CHRISOBALANACEAE dando a la familia una representatividad de 1% lo que significaría una presencia en el bosque de 5 a 10 individuos por hectárea. Para efectos del presente estudio se utilizó la clasificación utilizada por **Romaní (2003)**.

Las características observadas para la selección de individuos corresponden a las exigidas para la elaboración de postes de acuerdo a la Norma Peruana INDECOPI 251.022.

3.3.1 PARA LOS ESTUDIOS DE DURABILIDAD NATURAL

Para los estudios de durabilidad se utilizaron los hongos xilófagos, *Gloeophyllum trabeum*, *Heterobasidium annosum* y *Polyporus versicolor* como los patrones para la infección de la madera. El sustrato elegido para el cultivo de los mismos fue Extracto de Malta – Agar dada su riqueza en nutrientes y en vista de ser el más recomendado para este tipo de estudios.

3.3.2 PARA LOS ESTUDIOS DE PRESERVACIÓN

Para el estudio de la preservación de la madera se eligieron dos preservantes hidrosolubles para la investigación, el CCA – C con base en el Arsénico y CCB – 70 con base en el Boro fabricados por la empresa INVETISA cuyas composiciones se ciñen a los parámetros dictados por las normas nacionales e internacionales correspondientes. La composición de los preservantes expresada en forma porcentual y su factor óxido de acuerdo a las especificaciones del fabricante presenta las características que indicamos a continuación: (Ver Anexo 8)

Para sales CCA – C:

- Óxido de cromo 44%
- Óxido de cobre 17%
- Óxido de arsénico 30%
- Inertes 9%

Para sales CCB – 70:

- Óxido de cromo 40%
- Óxido de cobre 17%
- Ácido Bórico 38%
- Inertes 5%

3.4 EQUIPOS Y MATERIALES

Equipo de preservación Prescap

- 05 Casquetes Prescap (ampliable a 30 de diversos calibres).
- Galpón de madera con techo de calamina de 700 m².
- 2 Tanques de presión de 90 galones cada uno.
- Tanque de almacenamiento con una capacidad de 200 galones.
- Tanque de mezcla con una capacidad de 100 galones.

Grupo electrógeno marca Caterpillar de 25 kw.

Motosierra Stihl 070

Descortezadora manual

Cinta métrica de 5 y 8 metros

Forcípula

Densímetro

Cables, cadenas y sogas

Maquinaria de carpintería

Espectrofotómetro marca Espectronic 20D

Autoclave de esterilización

Incubadora con termostato regulable

Equipo de destilación

Balanza de precisión de 0,01 gramos

Vernier digital

Instrumental histológico

Instrumental de laboratorio

Insumos desinfectantes

Equipo de cómputo y Software

Maquina fotográfica digital

Útiles de escritorio

Otros

3.5 METODOLOGÍA

3.5.1 FASE DE CAMPO

La fase de campo, que incluyó la toma de muestras para los análisis de durabilidad natural y preservación así como la preservación de postes propiamente dicha, se desarrolló en la misma zona, en tierras de la comunidad nativa de Shiringamazú donde instaló una planta de preservación de la madera por el método Prescap. La elección de las especies: Gavilán Blanco (*Caraipa myrcioides*) y Palo Gusano (*Miconia barbeyana*) se realizó en base a un inventario exploratorio e información recogida de los pobladores de la zona que determinaron a estas especies como especies con aptitud para ser utilizadas como postes y madera estructural y de relativa abundancia en el bosque; se tuvo en cuenta además el interés de la Comunidad por el estudio sobre estas especies. Los resultados de la exploración señalaban una presencia por hectárea superior a los 10 individuos para ambas especies. La selección de individuos para efectos del presente estudio se realizó de manera aleatoria tanto para los análisis de preservación como de durabilidad natural.



Figura 2 Identificación y marcado de árboles de las especies estudiadas

El proceso de selección y extracción de postes se desarrolló en concordancia a las normas técnicas correspondientes, utilizándose individuos de fuste recto con longitud y diámetro dentro de los parámetros establecidos para la Clase 6. Todos los individuos provinieron de los bosques de la Comunidad Nativa de Shiringamazú por lo que los riesgos de variabilidad por procedencia fueron descartados.

3.5.2 FASE DE LABORATORIO Y/O GABINETE

A) *DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD BÁSICA DE LA MADERA*

Una vez iniciada la fase de laboratorio se determinó el valor la densidad básica de las maderas estudiadas (Palo Gusano y Gavilán Blanco) con la finalidad de poder comparar los resultados de los ensayos y se pueda observar la existencia de alguna relación directa o inversa entre los resultados de las propiedades de la madera y su densidad básica (Ver **Cuadro 06**).



Figura 3 Pesado de probetas para la determinación de la densidad básica de las maderas estudiadas

B) ESTUDIO DE DURABILIDAD NATURAL DE LA MADERA

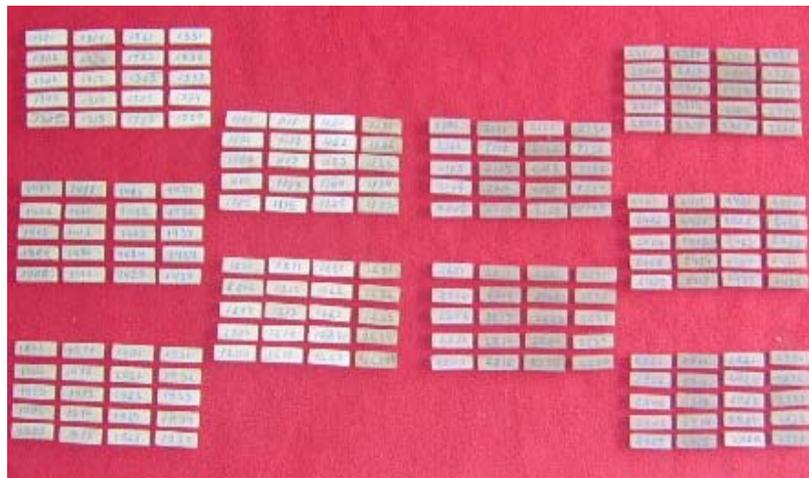


Figura 4 Probetas sometidas a ensayos de Durabilidad Natural

Para efectos del estudio de durabilidad natural de la madera de las especies seleccionadas se establecieron códigos de identificación de manera que faciliten el seguimiento de la madera:

- Especies de madera
 - Código 1: Palo Gusano (*Miconia barbeyana*)
 - Código 2: Gavilán Blanco (*Caraipa myrcioides*)
- Hongos xilófagos
 - Código 1: *Gloelophillum trabeum* (Pers. Ex Fr.) Murr.
 - Código 2: *Polyporus versicolor* L. ex Fr.
 - Código 3: *Heterobasidium annosum* (Fr.) Karst.
- Número de árbol o muestra: 1, 2, 3, 4 y 5
- Número de probeta o repetición: 1, 2 y 3

a) Probetas de madera

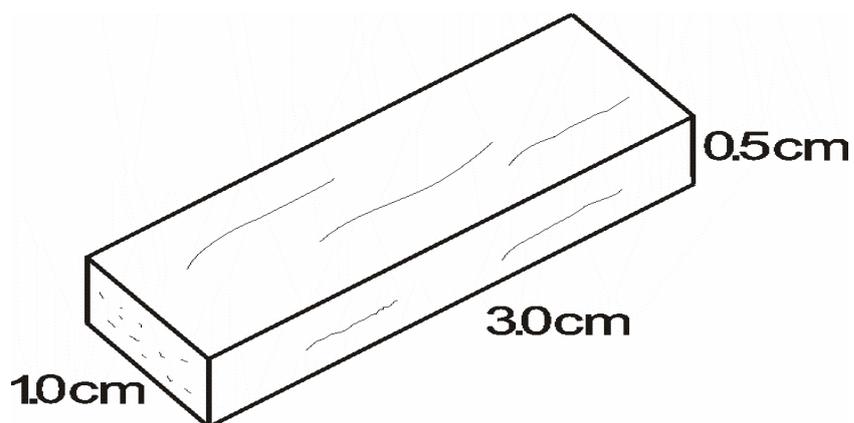


Figura 5 Probeta de madera para ensayos de durabilidad natural

Para el estudio de la durabilidad natural de las especies seleccionadas se tomó como referencia las normas de INDECOPI NTP 251.027, AWPA M – 10 y ASTM D – 2017. De esta manera, se prepararon probetas de duramen de 1,5 cm³ (3,0 x 1,0 x 0,5 cm) como se muestra en la Figura 05, asegurándose además que estén libres de defectos, nudos, grietas, rajaduras o presencia de agentes biológicos destructores de la madera. El número de probetas fue de 12 unidades por muestra o árbol y el número muestras fue de 5 árboles por especie, las cuales fueron empleadas a razón de 3 probetas por hongo, conservándose 3 unidades testigo para el control de humedad y la comparación de los resultados.

Para el acondicionamiento las probetas fueron colocadas en bandejas al aire libre a fin de que alcancen estabilidad con respecto a las condiciones del laboratorio, posteriormente se procedió a cubicarlas y pesarlas. Seguidamente, las probetas fueron secadas hasta alcanzar peso constante donde fueron nuevamente dimensionadas, luego las probetas debieron alcanzar el equilibrio higroscópico a $15 \pm 1\%$ de contenido de humedad (INDECOPI 251.027) para lo cual las probetas fueron sometidas a un ambiente controlado a 70% de humedad relativa y 27 °C de temperatura por un periodo 2 semanas. Finalmente fueron esterilizadas en húmedo con autoclave durante 15 minutos a 6,8 kilogramos de presión para ser inoculadas con los hongos respectivos. En este proceso se tuvo cuidado en tomar las medidas de peso, volumen y contenido de humedad y de esta manera determinar el Peso Seco Inicial (PSI) y el contenido de Humedad Inicial (Hi) necesarios para la obtención de los resultados de esta etapa del estudio.

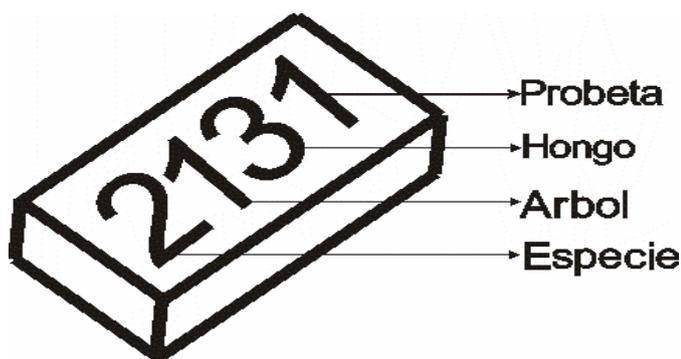


Figura 6 Sistema de codificación para rotular probetas

A efectos del seguimiento de cada probeta, fueron codificadas desde un inicio conforme se observa en la Figura 06, identificando especie de madera, número de árbol o muestra, hongo al que fue expuesto y número de repetición o número de probeta.

b) Cultivo de los hongos

Los hongos xilófagos seleccionados para el estudio fueron:

- *Gloelophillum trabeum* (Pers. Ex Fr.) Murr. (*Polyporaceae*)
- *Polyporus versicolor* L. ex Fr. (*Polyporaceae*)
- *Heterobasidium annosum* (Fr.) Karst. (*Polyporaceae*)

Los hongos fueron cultivados en tubos de ensayos y placas Petri hasta que desarrollen un micelio en las cantidades necesarias y suficientes como para inocular las cámaras de pudrición en las que se sometieron a prueba las probetas. El sustrato para estos cultivos fue el Extracto Malta – Agar, el cual se utilizó también en las cámaras de pudrición. El cultivo se desarrollo en 30 días en incubadora a 27 ± 1 °C de temperatura constante.



Figura 7 Cultivos de hongos xilófagos (*Heterobasidium annosum*, *Polyporus versicolor*, *Gloelophillum trabeum*)

c) Cámaras de pudrición

Para las cámaras de pudrición se utilizaron placas Petri las cuales fueron esterilizadas y luego se les vertió medio Extracto Malta – Agar el cual se preparó siguiendo la norma respectiva en las proporciones señaladas (20 g de malta, 25 g agar – agar, 20 g de dextrosa, 1 g de peptona y 1000 ml de agua destilada), luego las placas fueron invertidas para evitar la contaminación del sustrato.

Para la inoculación de los hongos en las cámaras de pudrición se trabajó en un área aséptica trasladando los inóculos de aproximadamente 1cm^2 con ansas esterilizadas de los tubos de ensayo a la superficie del Extracto Malta – Agar en el centro de las placas. Una vez inoculadas las cámaras de pudrición pasaron un periodo de incubación de 30 días con la finalidad que los hongos desarrollen un micelio compacto en toda la superficie de la placa con sustrato para lo cual se utilizó la incubadora a 27 ± 1 °C.

d) Determinación en porcentaje de la pérdida de peso

Luego de evaluadas las probetas y de haber determinado el Peso Inicial (Pi), contenido de Humedad Inicial (Hi) y el Peso Seco Inicial (PSI), las probetas fueron esterilizadas y luego en un ambiente aséptico fueron introducidas en las cámaras de pudrición, exponiéndolas al ataque de los hongos xilófagos por un periodo de 90 días en incubadora a temperatura de 27 ± 1 °C. Siguiendo el patrón de identificación cada cámara de pudrición fue rotulada con los datos de procedencia de cada probeta y el hongo correspondiente.

Transcurrido el periodo de exposición las probetas fueron extraídas de las cámaras de pudrición, se humedecieron y limpiaron cuidadosamente con pinzas y gasa humedecida en alcohol y bencina. Una vez limpias las probetas fueron secadas al horno por espacio de 24 horas a una temperatura de 103 ± 2 °C hasta alcanzar peso constante, en este momento se registraron los pesos de las probetas a fin de obtener el Peso Seco Final (PSF).

Para determinar el Peso Seco Inicial (PSI) y del Peso Seco Final (PSF) se utilizó la siguiente fórmula en función a la humedad y al peso de la madera:

$$PS_{(\text{Inicial} / \text{Final})} = Pi - \frac{Pi \times Hi}{100}$$

La resistencia de la madera al ataque de los hongos xilófagos determina la durabilidad de la madera expresada por la Pérdida de Peso expresada en porcentaje (%PP) de las probetas expuestas debido a la destrucción de la sustancia leñosa. Este valor se obtuvo utilizando la siguiente fórmula:

$$\%PP = \frac{(PSI - PSF) \times 100}{PSI}$$

Para clasificar la madera de acuerdo al valor de su durabilidad natural se utilizó la norma ANSI/ASTM D 2017 – 90 (**Ver Cuadro 01**) en la que se establece una escala en función al porcentaje de peso perdido por la madera expuesta al ataque de hongos xilófagos.

Cuadro 1 Escala de clasificación de la madera según su resistencia a la pudrición o durabilidad natural.

Clase	Gado de resistencia a los hongos xilófagos	Peso residual promedio (%)	Peso perdido promedio (%)
A	Altamente resistente	90 – 100	0 – 10
B	Resistente	76 – 89	11 – 24
C	Moderadamente resistente	56 – 75	25 – 44
D	No resistente	55 ó menos	45 a más

Fuente: ANSI/ASTM, 1990

C) ESTUDIO DE PRESERVACIÓN DE LA MADERA

El estudio de preservación se realizó bajo el método Prescap, utilizando preservantes CCA-C y CCB. Se realizaron 10 repeticiones para cada especie para cada preservante con lo cual se realizaron un total de 40 repeticiones en grupos de 5 postes de acuerdo a la capacidad del equipo preservador. De cada poste se obtuvieron 3 muestras conforme a la Norma Técnica Peruana 251.025, la primera a 1/10 de la longitud total del poste, la segunda a 0,5 metros arriba de donde se obtuviera la primera y la tercera a la misma distancia respecto de la segunda, estas muestras se sacaron en forma de tortas de aproximadamente 10cm. debido al mal estado del barrenado forestal lo que a su vez permitía asegurar su traslado a Lima donde se realizaron los análisis de penetración y retención correspondientes para determinar las aptitudes de las especies para la preservación.



Figura 8 Tanques de inyección del equipo de preservación Prescap

a) El método de preservación

Siguiendo las especificaciones del método Prescap, los individuos seleccionados completamente al azar, fueron extraídos, desemboscados, descortezados y preservados dentro de las primeras 24 horas de tumbado el árbol. Así mismo, se realizó además el despunte en planta para evadir toda posibilidad de obstrucción de poros durante el desembosque y

transporte a la planta de tratamiento, la adecuación de la base de los postes para la fijación de los anillos metálicos de los casquetes de preservación con plena seguridad evitando fugas de preservante que a su vez significarían disminución de la presión de inyección del preservante en el poste.

Conforme a la NTP 251.022 se evaluaron los postes a fin de identificar todo defecto, que superen los máximos permisibles y que a su vez puedan modificar significativamente los resultados del estudio. Posteriormente se procedió al descortezado de los postes para iniciar el preservado, también se procedió a dimensionarlos a 8 metros dejando 30 centímetros adicionales de seguridad por si se tuviera que realizar un despunte durante la inyección de la solución preservadora.



Figura 9 Postes en proceso de preservado por el método Prescap

La concentración de la solución preservadora fue de 5% de contenido de preservante, el tiempo empleado para la preservación de los postes promedio fue de alrededor de 5 horas y la presión constante de 55,2 Kg/cm². El proceso, para estandarizar el proceso fue interrumpido aproximadamente a la primera hora para realizar un despunte a fin de evitar la obstrucción de los tejidos capilares de la madera por los residuos sólidos de las sales.

Para facilitar el proceso de inoculación de las sales los postes fueron colocados en caballetes en forma inclinada habiendo aproximadamente entre el pie y la cabeza del poste una diferencia de 50 centímetros, con ello se logró un rápido desplazamiento del preservante. Igualmente, en la cabeza de los postes se colocaron recipientes a fin de recoger los residuos de savia y solución preservadora derivada del proceso evitando el impacto sobre el medio ambiente.

Para la inoculación del preservante se procedió al montaje de los casquetes en el extremo base de los postes asegurándose que estén fijados correctamente de manera tal que se encuentre debidamente sellado y no se presenten fugas del preservante por presión de inyección de la solución preservadora.



Figura 10 Casquete de preservación por el método Prescap

La solución preservadora debe ser preparada por lo menos con 12 horas de anticipación, con la finalidad de asentar cualquier residuo sólido que pueda obstruir los poros del poste, luego esta solución fue vertida al tanque de preservación y de allí distribuida a los distintos casquetes por una cañería matriz, mediante el empleo de una bomba se inyecta el preservante a una presión de 55,2 Kg/cm².

Luego de 5 horas conforme a la sistematización establecida se detuvo el proceso de inyección de preservante, se desmontaron los casquetes metálicos y los postes fueron apilados por 10 días para asegurar la fijación del preservante, luego de este plazo se extrajeron las muestras las cuales fueron rotuladas, embaladas y enviadas a Lima para los análisis correspondientes.



Figura 11 Cabeza de un poste de Gavilán Blanco durante el preservado

b) Obtención de muestras preservadas

Una vez en Lima las rodajas preservadas fueron llevadas al taller de carpintería de la facultad donde fueron secadas al aire por 15 días bajo sombra con la finalidad que los componentes de las sales preservantes terminen de fijarse en la madera.

Para el seguimiento de las muestras extraídas durante todo el proceso de preservación y análisis de resultados se establecieron códigos de identificación con los que se rotularon cada muestra de la siguiente manera:

- Especies de madera:
 - Código 1: Palo Gusano (*Miconia barbeyana*)

- Código 2: Gavilán Blanco (*Caraipa myrcioides*)
- Tipo de preservante
 - Código 1: CCA – C
 - Código 2: CCB – 70
- Número de probeta o muestra: A, B y C
- Número de árbol: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 y 10

Para los análisis de penetración las rodajas fueron cepilladas para eliminar cualquier factor de contaminación de la muestra y tener una superficie lisa donde aplicar los reactivos de coloración correspondiente. Por su parte para los análisis de Retención, se utilizó la cara opuesta de las rodajas, donde con ayuda de un taladro de banco se obtuvieron alrededor de 10 gamos de aserrín de cada una de las rodajas con el que se realizaron las pruebas de colorimetría.



Figura 12 Rodajas de madera preservada de la especie Palo Gusano para los análisis de Penetración y Retención.

c) Análisis de la penetración

Los análisis de penetración se basaron en la identificación del cobre para lo cual se utilizó el reactivo Cromo Azurol “S” de acuerdo a lo establecido en la NTP 251.026, el cual reacciona dando como resultado un color azul en la madera impregnada. La solución del reactivo se preparó diluyendo 0,5 gramos de cromo azurol “S” y 5,0 gramos de acetato de sodio en 100 mililitros de agua destilada, con esta solución se pulverizaron las rodajas de madera tratada y posteriormente se registraron las áreas coloreadas a fin de calcular y clasificar el tipo de penetración de acuerdo a la NTP 251.032.

Para la determinación del tipo de penetración se observó como el preservante se fijó en la superficie de la rodaja para luego compararla con los parámetros establecidos, para lo cual se utilizó las categorías establecidas en el **Cuadro 02** para clasificar la muestra según su tipo de penetración.

La ponderación para determinar el tipo de penetración en cada poste se basó en el análisis individual de las tres muestras extraídas (A, B y C) determinando en cada caso el tipo de penetración para finalmente evaluar cual de ellos tenía mayor presencia en el poste

Cuadro 2 Calificación de muestras según el tipo de penetración

Código	Descripción
T R	Total Regular (Toda la sección es preservada)
T I	Total Irregular (Existen pequeñas zonas más o menos preservadas)
P R	Parcial Regular (Zona preservada es periférica y uniforme)
P I	Parcial Irregular(Zona preservada periférica sin un patrón definido)
P N	Penetración Nula (No existe una penetración significativa)

Fuente: JUNAC, 1988

Cuadro 3 Calificación de muestras según el grado de penetración

Código	Descripción
F P	Fácilmente Penetrable (Penetración superior al 50% de la superficie)
M P	Moderadamente Penetrable (Penetración no mayor al 50%)
D P	Difícilmente Penetrable (Penetración no mayor al 10%)
I P	Impenetrable (La penetración no es significativa o es nula)

Fuente: Bueno, 1972

Para determinar el gado de penetración se calculó el espesor de la superficie coloreada de la rodaja expresada en porcentaje con referencia al total de la cara de la rodaja y se clasificó de acuerdo al **Cuadro 03**, para lo cual se utilizó la siguiente fórmula:

$$P = \frac{E_c \times 100}{E_t}$$

Donde:

P : Penetración (Expresada en porcentaje)

E_c : Sección de la rodaja coloreada

E_t : Sección total de la rodaja



Figura 13 Vista Transversal de probetas de madera preservada de las especies estudiadas Gavilán Blanco y Palo Gusano.

d) Análisis de la retención

Para el análisis de retención en la madera preservada se determinó los valores reales de los preservantes en función a los datos de las fichas técnicas proporcionadas por la empresa fabricante, de esta manera se calcularon las cantidades reales de cada uno de los componentes de cada preservante eliminando la cantidad de componentes inertes existentes. Igualmente se hicieron los cálculos correspondientes a la composición de la solución preservadora al 5% que fue la utilizada en el tratamiento de preservación de los postes.

Con la finalidad de obtener aserrín de la madera preservada se utilizó un taladro de banco y una broca, con este equipo se taladraron las rodajas de madera obteniéndose las partículas de madera necesarias para preparar las soluciones que luego fueron analizadas en el espectrofotómetro de absorción Spectronic 20D con el cual se hizo la determinación de los valores de los preservantes retenidos en la madera para cada uno de sus componentes: Cromo (CrO_3), Cobre (CuO), Arsénico (As_2O_5) y Boro (H_3BO_3), estos valores fueron verificados con ayuda de los datos del fabricante debidamente corregidos. Los resultados obtenidos, expresados en kilogramos de óxido por metro cúbico de madera tratada fueron comparados y clasificados de acuerdo a la norma NTP 251.035 de INDECOPI



Figura 14 Espectrofotómetro Spectronic 20D

Cuadro 4 Composición de los preservantes eliminando los componentes inertes de acuerdo a la ficha técnica del fabricante.

Preservante	CCA – C				CCB – 70			
Componente	CrO ₃	CuO	As ₂ O ₅	F. O.	CrO ₃	CuO	H ₃ BO ₃	F. O.
Porcentaje	48,35	18,68	32,97	72,00	42,10	17,90	40,00	62,00
Solución 5%	2,42	0,93	1,65	72,00	2,10	0,90	2,00	62,00

Fuente: Elaboración propia

La solución que fue analizada en el espectrofotómetro de absorción Spectronic 20D fue preparada en un vaso de precipitación de 1000 ml donde se vertió aproximadamente 1g de aserrín de la madera preservada y 400 ml de hipoclorito de sodio. Esta mezcla fue colocada en un agitador magnético donde fue agitada por un tiempo no menor a 15 minutos y luego fue filtrada, la solución resultante fue vertida en un frasco porta muestra y colocada en el compartimiento correspondiente del equipo y se hicieron las determinaciones respectivas.

Para determinar la cantidad de preservante contenido en la madera se realizaron lecturas en el Espectrofotómetro de absorción a 450 nm de longitud de onda para el caso de los testigos o solución de referencia y para las soluciones a partir de madera preservada las longitudes de onda utilizadas fueron: para cromo 450 nm, cobre 610 nm, arsénico 560 nm y boro 585 nm. Con los resultados de las lecturas se clasificaron las maderas según la retención total del preservante en función al **Cuadro 05** y las normas **AWPA A2-94; A9-95 y A11-93**

Cuadro 5 Retenciones de preservantes CCA – C y CCB – 70 para madera al exterior y en contacto con el suelo

Retención	CCA – C* (Kg/m ³) – AWPA	CCB – 70** (Kg/m ³) – Wolman
Elevada	Mayor a 12	Mayor a 16
Buena	Menor a 12 Mayor a 8	Menor a 16 Mayor a 14
Mala	Menor a 8	Menor a 14
Nula	0	0

Fuente: JUNAC, 1988

D) ESTUDIO DE COSTOS DE PRODUCCIÓN

El objetivo en esta etapa del estudio se centró en la actualización de los datos proporcionados por **José (1992)**, quien presenta un estudio de costos de producción para postes bajo el mismo método y en la misma zona. Sin embargo, con el objetivo de sistematizar mejor la información recogida se optó por trabajar bajo la metodología propuesta por **Bueno (1972)**, que establece una estructura detallada para la identificación y cuantificación de los costos en postes de madera.

Para el cálculo de los costos de producción de postes preservados se han analizado los principales factores que intervienen en su fabricación: costo de la madera en pie, costos de extracción, costos de transporte del campo a la planta y costos de preservación. Se utilizó la siguiente fórmula:

$$C_t = V (C_1 + C_2 + C_3 + C_4)$$

Donde:

C_t : Costo de producción del poste preservado en planta en Nuevos Soles (fob).

V : Volumen de un poste preservado en metros cúbicos.

C_1 : Costo de la madera en pie en Nuevos Soles.

C_2 : Costos de extracción: Selección, tumbado, desrame, trozado y traslado al borde de la carretera, descortezado y acondicionado, en Nuevos Soles.

C_3 : Costo de transporte del lugar de extracción a la planta de preservación.

C_4 : Costo de preservación: acondicionamiento, preservado y secado del poste

A continuación se detalla información relevante que se tuvo en consideración para el análisis del costo de producción de postes preservados de las especies Gavilán Blanco (*Caraiipa myrcioides*) y Palo Gusano (*Miconia barbeyana*) tratados en la planta de preservación de la Comunidad Nativa de Shiringamazú en el valle de Palcazú.

- CARACTERÍSTICAS DEL POSTE:

- Longitud: 8,0 m
- Diámetro de la circunferencia de la línea de tierra (LT): 20 cm.
- Clase: 6
- Grupo: D
- Volumen aproximado: 0,3 m³

- INFORMACIÓN SOBRE PRESERVANTES

- Preservantes: CCA-C y CCB-70
- Precio por kilogramo de CCA – C: S/. 10,00 (incluido IGV)
- Concentración CCA-C: 5 kg por 100 litros de agua
- Precio por kilogramo de CCB – 70: S/. 8,00 (incluido IGV)
- Concentración CCB-70: 5 kg por 100 litros de agua

- INFORMACIÓN SOBRE OPERACIÓN DE PLANTA

Datos de Operación:

- Longitud promedio del bosque a la planta de preservación: 6 km
- Turno efectivo de tratamiento con el equipo Prescap: 5 horas trabajo/día
- Presión de autoclave: 55,2 kg/cm²
- Capacidad de preservación por turno: 1,5 m³

- Del equipo: 5 postes/turno
- Número de días de trabajo al año: 250
- Solución utilizada para preservar 5 postes: 400 litros
- Producción Anual: $375,00 \text{ m}^3$, 1250,00 postes de madera preservados.
- Producción Diaria: $1,50 \text{ m}^3$, 5,00 postes de madera preservados.

- INFORMACIÓN FINANCIERA

- VALOR INICIAL DE LA INVERSIÓN (I)

Planta de Preservación (Rehabilitación)	S/. 35 000,00
Construcciones e instalaciones (Mejoramiento):	S/. 15 000,00
Total	S/. 50 000,00

- AÑOS DE VIDA ÚTIL DE LA INVERSIÓN (N)

La planta fue rehabilitada y se considera la vida útil $N = 6$ años.

- VALOR RESIDUAL DE LA INVERSIÓN (R)

Por tratarse de una planta rehabilitada se considera que no tendrá valor residual al finalizar este período, por lo que el valor $R = 0,00$

- CAPITAL DE TRABAJO NECESARIO (KW)

El capital de trabajo corresponde al capital necesario para dos meses de operaciones y sostenimiento de las existencias en la planta. $KW = S/. 36000,00$

- TASA DE INTERÉS (i)

Se aplica la tasa de interés bancaria promedio. $i = 12\%$

▫ SALARIOS MÁS BENEFICIOS SOCIALES (S/m³)

Salario estimado mensual: Jefe de Planta S/. 1500,00; Técnico de planta S/. 800,00; Operario S/. 600,00. Se considera a todo el personal como técnicos de la zona capacitados para este fin.

Jefe de Planta	S/. 1 500,00
2 Técnicos de planta	S/. 1 600,00
4 Operarios	S/. 2 400,00
	<hr/>
Total	S/. 5 500,00

Con esta información se determinaron los costos parciales (C_1 , C_2 , C_3 y C_4):

- COSTO DE LA MADERA EN PIE (C_1)

El costo de la madera responde a valores previamente acordados entre la planta de preservación y los pobladores de la Comunidad Nativa de Shiringamazú que han sido calculados en función al valor de maderas poco conocidas en el mercado en virtud que las especies estudiadas carecían de valor comercial.

- COSTO DE EXTRACCIÓN (C_2)

Los costos de extracción, han sido estimados en función a los equipos empleados, el combustible, los tiempos promedios que han sido tomados del estudio de **Bueno (1972)**

Comprende el costo de las siguientes actividades:

- Selección y marcado de los árboles aparentes.
- Tumbado de los árboles seleccionados.
- Arrastre de los postes al costado de un camino carrozable
- Descortezado, trozado y despuntado.
- Acondicionado de los postes para su adecuada preservación

- COSTO DE TRANSPORTE (C_3)

Este costo está conformado por:

$$C_3 = F \times D \times P$$

Donde:

F =Flete promedio de una tonelada métrica por kilómetro transportado. F = S/. 25,00

D =Distancia promedio de transporte. D = 6,00 Km.

P =Peso en toneladas de la madera recién cortada estimada en función al factor de conversión (1 pt de madera de densidad media húmeda equivale a 1,80 kg) calculada para una carga de 5 postes (1,50 m³)

Los costos de transporte han sido estimados en función a las operaciones de carguío y los costos operativos de la unidad de la empresa para el traslado de los postes hasta la planta de preservación. En vista que las operaciones se han realizado en el ámbito de un bosque secundario, lo que implica una dispersión de los individuos de las dos especies estudiadas en el territorio, se ha estimado una media proporcional del recorrido teniendo en cuenta las distancias más largas y mas cortas que debía realizar el vehículo para transportar los postes a la planta.

- COSTO DE PRESERVACIÓN (C₄)

Está conformada por los costos directos (mano de obra, energía, etc.) y los costos indirectos (depreciación reparaciones, interés, etc.). Se determina en función a la siguiente fórmula:

$$C_4 = CF/m^3 + CO/m^3$$

Donde:

CF = Costos Fijos

CO = Costo de Operación

COSTOS FIJOS POR METRO CÚBICO (CF/m³)

$$CF/m^3 = D/m^3 + IMA/m^3 + i KW/m^3 + S/m^3 + GG/m^3$$

Donde:

D/m³ = Depreciación por metro cúbico

$$D/m^3 = \frac{I - R}{m^3 \text{ preservados / año}}$$

IMA/m³ = Intereses sobre la Inversión Media Anual por metro cúbico

$$IMA = \left[\frac{(I-R)(N+1)}{2N} + R \right] i$$

$$IMA/m^3 = \frac{IMA}{m^3 \text{ preservados / año}}$$

iKW/m^3 = Intereses sobre el Capital de Trabajo por metro cúbico

$$iKW/m^3 = \frac{i \times KW}{m^3 \text{ preservados / año}}$$

S/m^3 = Salarios más Beneficios Sociales por metro cúbico

$$S/m^3 = \frac{\text{Salarios Mensuales}}{m^3 \text{ preservados / mes}}$$

S/m^3 = Gastos Generales por metro cúbico

$$S/m^3 = \frac{10,00\% \times KW}{m^3 \text{ preservados / año}}$$

- COSTO DE OPERACIÓN POR METRO CÚBICO

$$CO/m^3 = P/m^3 + EE/m^3 + MR/m^3$$

Donde:

P/m^3 = Preservantes CCA – C y/o CCB – 70

$$P/m^3 = \frac{\text{kg} \times \text{Precio del Preservante}}{m^3 \text{ preservados / día}}$$

EE/m^3 = Energía eléctrica

$$EE/m^3 = \frac{4 \text{ Galones} \times \text{Precio del Galón}}{m^3 \text{ preservados / día}}$$

MR/m^3 = Mantenimiento y reparaciones, estimado como el 30% de la Depreciación

Los costos de preservación han sido calculados en función al precio del preservante, los costos de inversión y de operaciones para la planta de preservación, teniendo en cuenta que la inversión en infraestructura, maquinaria y equipos se realizó a principio de los años 90 se han tomado algunos valores como referenciales a partir de la información proporcionada por **José (1992)**.

3.5.3 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para los resultados de los ensayos a nivel de durabilidad natural de la madera se inició el proceso de evaluación con el análisis de variancia (ANVA) a un valor de confianza 95% con lo que se determinó la media, desviación estándar y el coeficiente de variación en cada especie de madera evaluada y en cada hongo utilizado en el estudio. Seguidamente, se realizó un análisis de diseño de bloque completo de manera aleatoria; aquí, para efectos del análisis se plantearon dos hipótesis que permitan encontrar la existencia o no existencia de diferencia significativa en los resultados en función a la especie de madera evaluada y en función al tipo de hongo utilizado así como el análisis de confiabilidad de los resultados.

H₁ : No existe diferencia significativa del porcentaje de pérdida de peso entre los tres tipos diferentes de hongos.

H₂ : No existe diferencia significativa del porcentaje de pérdida de peso entre los dos tipos diferentes de madera.

Además se realizó la prueba de Duncan a fin de definir el nivel de actividad de los hongos frente a la madera de manera que podamos observar qué hongo es más nocivo en las especies de madera estudiadas y qué madera tiene mayor resistencia al ataque de los hongos.

Finalmente se realizó un análisis de regresión determinada por la variación de los resultados obtenidos según la resistencia de la madera al ataque de los hongos para cada una de las especies estudiadas en función a la densidad de cada probeta sometida a las pruebas, de esta

manera se analizó el gado de relación que tiene la densidad frente al porcentaje de pérdida de peso de la madera, esto quiere decir qué pérdida de peso presenta la madera frente a una determinada densidad.

Igualmente, para los resultados de los ensayos a nivel de preservación de la madera se desarrolló el análisis de variancia (ANVA) a un valor de confianza del 95% con ello se calculó la media, desviación estándar y el coeficiente de variación en cada especie y cada preservante, tanto para los análisis de penetración como retención. Además se realizó un análisis estadístico de diseño factorial de 2 x 2, en el cual los factores estuvieron representados por los preservantes CCA-C y CCB que fueron empleados en el tratamiento de la madera y los niveles fueron asignados a las especies Palo Gusano y Gavilán Blanco.

Para el análisis de los resultados de penetración y retención del preservante en la madera se plantearon las siguientes hipótesis:

H₁ : No existe diferencia significativa del nivel de penetración y/o retención entre las tres secciones de la madera evaluada.

H₂ : No existe diferencia significativa del nivel de penetración y/o retención en la madera entre los dos tipos de preservantes utilizados.

H₃ : No existe diferencia significativa del nivel de penetración y/o retención entre las dos especies de madera estudiadas.

Así mismo, se realizaron cruces entre los resultados a nivel de la especie de madera, sección de donde provenía la probeta y los tipos de preservante a fin de observar la variabilidad de estos resultados.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 DURABILIDAD NATURAL DE LA MADERA

En el Cuadro 06 se observa los resultados del análisis de la densidad básica de la madera, la cual fue calculada con el objetivo de compararla con los resultados de los análisis de la durabilidad natural y preservación de la madera a fin de observar si existe alguna relación entre estos y la densidad básica. Se observa que Gavilán Blanco presenta una densidad básica ligeramente mayor a la de Palo Gusano.

Cuadro 6 Densidad básica promedio de las especies estudiadas (g/cm^3).

Código	Especie	Densidad básica (g/cm^3)
1	Palo Gusano (<i>Miconia barbeyana</i>)	0,5372
2	Gavilán Blanco (<i>Caraipa myrcioides</i>)	0,6058

Fuente: Elaboración propia

En el Cuadro 07 se presenta a manera de resumen los resultados finales de las pruebas de Durabilidad Natural para las dos especies estudiadas; en ellos se puede observar que la diferencia de peso de las probetas expresada en forma porcentual luego de ser expuestas al ataque de los hongos xilófagos seleccionados es en promedio 12,855% para el caso de Palo Gusano y 4,105% esto comparado con los valores establecidos en la norma ANSI/ASTM D 2017 – 90 clasificando a las maderas estudiadas con Resistente y Muy Resistente respectivamente.

Cuadro 7 Resultados de Pérdida de Peso Promedio y clasificación de la Durabilidad Natural de la Madera de las especies estudiadas

Especies	Palo Gusano (<i>Miconia barbeyana</i>)	Gavilán Blanco (<i>Caraipa myrcioides</i>)
<i>Gloelophillum trabeum</i>	9,962%	5,789%
<i>Polyporus versicolor</i>	15,677%	3,777%
<i>Heterobasidium annosum</i>	12,926%	2,749%
Resistencia Promedio	12,855%	4,105%
Gado de Resistencia	Resistente	Muy Resistente

Fuente: Elaboración propia

En el **Cuadro I – A** del **Anexo I**, se presentan los resultados de las pruebas de durabilidad natural para la especie Palo Gusano, indicando además el promedio de los resultados para cada hongo utilizado. Se observa mayor actividad por parte del hongo *Polyporus versicolor* que redujo en promedio 15,677% el peso de las probetas, mientras el que menos afectó a la madera fue *Gloelophillum trabeum* con una reducción promedio de 9,962% del peso de las probetas expuestas.

En el **Cuadro I – B** del **Anexo I**, se presentan los resultados de las pruebas de durabilidad natural para la especie Gavilán Blanco, indicando además el promedio de los resultados para cada hongo utilizado. Se observa mayor actividad por parte del hongo *Gloelophillum trabeum* que redujo en promedio 5,789% el peso de las probetas, mientras el que menos afectó a la madera fue *Heterobasidium annosum* con una reducción promedio de 2,749% del peso de las probetas expuestas, por su parte *Polyporus versicolor* reduce la madera en 3,777%.

En el **Cuadro 08** se encuentra el análisis de varianza porcentaje promedio de la pérdida de peso de la madera con cada hongo xilófago para la especie Palo Gusano y en el **Cuadro 09** igualmente se observa el análisis varianza para la especie Gavilán Blanco.

Cuadro 8 Análisis de varianza del porcentaje promedio de peso perdido de la madera de Palo Gusano por el ataque de los hongos xilófagos

Hongos	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación Estándar	Varianza
<i>Gloelophillum trabeum</i>	15	4,90	16,83	9,9620	4,14226	17,158
<i>Polyborus versicolor</i>	15	11,69	20,89	15,6767	2,87284	8,253
<i>Heterobasidium annosum</i>	15	6,16	16,79	12,9253	2,76193	7,628
N válido	45	4,90	20,89	13,6100	4,01000	12,855

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 9 Análisis de varianza del porcentaje promedio de peso perdido de la madera de Gavilán Blanco por el ataque de los hongos xilófagos

Hongos	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación Estándar	Varianza
<i>Gloelophillum trabeum</i>	15	4,94	6,93	5,7900	0,52776	0,279
<i>Polyborus versicolor</i>	15	2,93	4,49	3,7773	0,40250	0,162
<i>Heterobasidium annosum</i>	15	1,96	3,52	2,7493	0,43012	0,185
N válido	45	1,96	6,93	3,8500	1,35300	0,202

Fuente: Elaboración propia

Del análisis de medias de Duncan de los hongos xilófagos (Ver Anexo II), se puede observar:

- *Gloelophillum trabeum* (X_1) = 7,87
- *Polyporus versicolor* (X_2) = 9,73
- *Heterobasidium annosum* (X_3) = 7,84

Ordenando las medias: $X_2 > X_1 > X_3$

Parámetro de análisis: $S_x = \sqrt{\frac{8.24}{6}} = 1.1718$

Donde:

S_x : Error estándar de medias de los resultados por pérdida de peso de la madera por acción de los hongos xilófagos

- La diferencia de la actividad en el ataque a la madera entre el hongo *Polyporus versicolor* y el hongo *Gloelophillum trabeum* es mínima, ello significa que no hay una diferencia significativa en la actividad de los hongos mencionados.
- La diferencia de la actividad en el ataque a la madera entre el hongo *Polyporus versicolor* y el hongo *Heterobasidium annosum* también es mínima, no existiendo diferencia significativa en la actividad de estos hongos sobre las especies de madera.
- La diferencia de la actividad en el ataque a la madera entre el hongo *Gloelophillum trabeum* y el hongo *Heterobasidium annosum* es considerable lo que indica que existe una diferencia significativa en la actividad de estos hongos, siendo en conclusión *Polyporus versicolor* el hongo más activo sobre las dos especies estudiadas.

En la especie Palo Gusano (*Miconia barbeyana*), la distribución más amplia de los resultados permiten explicar por qué la relación entre la pérdida de peso de la madera y la densidad es mínima, siendo el hongo xilófago *Heterobasidium annosum* el que presenta menor relación entre su actividad destructora y la densidad de la madera.

En la especie Gavilán Blanco (*Caraipa myrcioides*), la relación entre el porcentaje de peso perdido de la madera y su densidad es relativamente mas alta que los valores presentados por Palo Gusano (*Miconia barbeyana*), siendo el hongo *Polyporus versicolor* el que alcanza mayor afinidad (0,405), siendo este valor todavía bastante bajo.

El hongo *Gloelophillum trabeum* es el hongo que mantiene un comportamiento similar en el ataque a la madera en función a la relación entre la densidad de la madera y el porcentaje de peso perdido luego de los ensayos. Por su parte es *Polyporus versicolor* el que presenta valores bastante diferentes entre una y otra especie.

Los hongos xilófagos presentan valores de actividad diferentes al ser aplicadas a una u otra especie de madera estudiada, esto se podría deber a la presencia de otros componentes en sus estructuras.

De los resultados se desprende que la especie Gavilán Blanco (*Caraipa myrcioides*) presenta una mayor resistencia al ataque de los agentes destructores de la madera que la especie Palo Gusano (*Miconia barbeyana*), sin embargo ambas presentan valores de resistencia bastante elevados.

4.2 PRESERVACIÓN DE LA MADERA

4.2.1 PENETRACIÓN

En el **Cuadro 10** se presentan los resultados promedio del Tipo de Penetración. Puede observarse que la especie Gavilán Blanco (*Caraipa myrcioides*) presenta un Tipo de Penetración más uniforme con relación a la especie Palo Gusano (*Miconia barbeyana*).

Cuadro 10 Tipo de Penetración de preservante en la sección transversal de las rodajas de madera de las especies Palo Gusano y Gavilán Blanco

Muestra	Palo Gusano		Gavilán Blanco	
	CCA-C	CCB-70	CCA-C	CCB-70
A	Total Regular	Total Regular	Parcial Regular	Parcial Regular
B	Total Regular	Total Regular	Parcial Regular	Parcial Regular
C	Total Irregular	Total Regular	Parcial Regular	Parcial Regular
Promedio	Total Regular	Total Regular	Parcial Regular	Parcial Regular

Fuente: Elaboración propia

La estructura xilemática de la especie Palo Gusano presentaría mejor aptitud hacia la preservación debido a que las muestras arrojan presencia del preservante en casi la totalidad de la superficie de la rodaja a excepción de la parte central en la que se constituye el duramen y la médula. Esto es más observable en la determinación del gado de penetración.

En el **Cuadro III – A** del **Anexo III** se presentan los resultados de las pruebas del Tipo de Penetración en las muestras preservadas con CCA – C de la especie Palo Gusano (*Miconia barbeyana*), en el cuadro se observa que a nivel de la Muestra C (la más alejada de la base del poste) la penetración es poco uniforme mientras que en las Muestras A y B el nivel prácticamente se mantiene uniforme. También se puede observar que un poste presenta penetración Total Irregular en toda su longitud posiblemente debido a problemas en su estructura vascular o en la estructura xilemática.

En el **Cuadro III – B** del **Anexo III** se presentan los resultados de las pruebas del Tipo de Penetración en las muestras preservadas con CCA – C de la especie Gavilán Blanco (*Caraiipa myrcioides*), se observa una distribución más uniforme del preservante a lo largo de las muestras. En las rodajas era observable un anillo de madera preservada claramente definido.

En el **Cuadro III – C** del **Anexo III** se presentan los resultados de las pruebas del Tipo de Penetración en las muestras preservadas con CCB – 70 de la especie Palo Gusano (*Miconia barbeyana*), en el cuadro se observa que a nivel de la Muestra C de las 10 probetas 5 presentaron una penetración irregular (TI), sin embargo casi la totalidad de la superficie de las probetas se encontraban coloreadas luego de aplicarse el reactivo Cromo Azurol “S”.

En el **Cuadro III – D** del **Anexo III** se presentan los resultados de las pruebas del Tipo de Penetración en las muestras preservadas con CCB – 70 de la especie Gavilán Blanco (*Caraiipa myrcioides*), en el cuadro se observa que un poste presenta penetración irregular a lo largo de todo el poste, esto se define en función de que las tres probetas extraídas arrojan el mismo resultado. Es posible que parte del tejido vascular del poste pueda haber sido obstruido por acción del propio preservante durante su aplicación o por la presencia de defectos en la estructura del poste (nudos, rajaduras o picaduras).

En el **Cuadro 11** se presentan los resultados promedio de acuerdo al grado de penetración. Puede observarse en forma general que la especie Palo Gusano (*Miconia barbeyana*) presenta una mejor disposición a ser preservada siendo clasificada como Fácilmente Penetrable (FP) con relación a la especie Gavilán Blanco (*Caraipa myrcioides*) que clasifica como Moderadamente Penetrable (MP), esto se debe entre otros motivos a que cada especie presenta mayor o menor proporción de albura y duramen respectivamente en su estructura xilemática.

Cuadro 11 Grado de Penetración de preservante en porcentaje de superficie de la sección transversal de las rodajas de madera de las especies Palo Gusano y Gavilán Blanco

Muestra	Palo Gusano (%)		Gavilán Blanco (%)	
	CCA-C	CCB-70	CCA-C	CCB-70
A	72,04	76,62	38,47	35,39
B	72,82	74,18	35,42	34,22
C	71,78	72,93	28,83	33,76
Promedio	72,21	74,58	34,24	34,46
Clasificación	Fácilmente Penetrable	Fácilmente Penetrable	Moderadamente Penetrable	Moderadamente Penetrable

Fuente: Elaboración propia

En el **Cuadro IV – A** del **Anexo IV** se presentan los resultados de las pruebas del grado de penetración en las muestras preservadas con CCA – C de la especie Palo Gusano (*Miconia barbeyana*), en el cuadro se observa que el grado de penetración promedio se encuentra alrededor del 72% una distribución bastante uniforme de la penetración del preservante a lo largo del poste.

En el **Cuadro IV – B** del **Anexo IV** se presentan los resultados de las pruebas del grado de penetración en las muestras preservadas con CCA – C de la especie Gavilán Blanco (*Caraipa myrcioides*), en el cuadro se observa que el grado de penetración promedio se encuentra alrededor del 34%.

En el **Cuadro IV – C** del **Anexo IV** se presentan los resultados de las pruebas del grado de penetración en las muestras preservadas con CCB – 70 de la especie Palo Gusano (*Miconia barbeyana*), en el cuadro se observa que el grado de penetración promedio se encuentra alrededor del 74% el cual presenta una ligera variación a favor si lo comparamos con los valores obtenidos con el preservante CCA – C, una distribución bastante uniforme de la penetración a lo largo del poste, alcanzando una máxima de 82,96% y la mínima de 65,58%.

En el **Cuadro IV – D** del **Anexo IV** se presentan los resultados de las pruebas del grado de penetración en las muestras preservadas con CCB – 70 de la especie Gavilán Blanco (*Caraipa myrcioides*), en el cuadro se observa que el grado de penetración se encuentra alrededor del 34% bastante similar a los valores obtenidos con CCA – C, llegando a 48,90% de penetración máxima y 21,65% de penetración mínima.

La presencia de irregularidades en la penetración en algunas de las probetas estudiadas está directamente vinculada a la presencia de nudos, picaduras o rajaduras en la estructura del poste.

Del análisis estadístico de los resultados de penetración (**Ver Anexo 05**), podemos afirmar:

- Que no existe diferencia significativa en la penetración del preservante entre las dos especies de madera estudiadas.
- Que existe diferencia significativa en la penetración de acuerdo al tipo de preservantes CCA-C y CCB-70, sin embargo, esta variación es mínima
- Que existe diferencia significativa en la penetración del preservante en las secciones o niveles de extracción de muestras.

En el **Cuadro 12** se presentan los datos estadísticos descriptivos del análisis de varianza (ANVA) de los datos de penetración de los preservantes en los postes de las dos especies estudiadas. Se puede observar un mejor comportamiento de CCA – 70 que CCB – C lo que se debería a la menor solubilidad y la mayor presencia de materiales inertes suspendidos en el preservante CCA - C.

Cuadro 12 Análisis de varianza de los resultados del análisis de Penetración de la madera de Palo Gusano y Gavilán Blanco por los preservante CCA – C y CCB – 70

Especie/ Preservante	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación Estándar	Varianza
Palo Gusano CCA – C	10	68,36	82,02	72,210	2,57283	0,6122
Palo Gusano CCB – 70	10	69,48	79,89	74,576	3,79499	1,4403
Gavilán Blanco CCA – C	10	28,51	41,99	34,243	4,88884	2,3919
Gavilán Blanco CCB - 70	10	23,44	46,93	34,457	6,70619	4,4991

Fuente: Elaboración propia

Se puede observar igualmente que la especie Palo Gusano (*Miconia barbeyana*) presenta una distribución más uniforme de los resultados lo que se refleja en los valores de la varianza y de la desviación estándar de los resultados para Palo Gusano (*Miconia barbeyana*) y Gavilán Blanco (*Caraipa myrcioides*) respectivamente.

Bajo la hipótesis que no existe diferencia significativa entre los preservantes utilizados y las especies empleadas, del **Cuadro V – B** del **Anexo V** se desprende que la hipótesis planteada es falsa existiendo diferencia significativa entre los tipos de sales utilizados y las maderas estudiadas.

Bajo la hipótesis que no existe diferencia significativa entre la penetración del preservante en las distintas secciones de donde se obtuvieron las muestras y las sales preservantes utilizadas para tratar los postes, del **Cuadro V – C** del **Anexo V** se desprende que la hipótesis planteada es falsa existiendo diferencia significativa entre las secciones A, B y C sea de Palo Gusano o Gavilán Blanco y los tipos de preservantes utilizados en la preservación de los postes.

Bajo la hipótesis que no existe diferencia significativa entre la penetración del preservante en las distintas secciones de donde se obtuvieron las muestras y las diferentes especies estudiadas para la fabricación de postes, del **Cuadro V – D** del **Anexo V** se desprende que la hipótesis planteada es falsa existiendo diferencia significativa entre las secciones A, B y C extraídas de los postes y las especies estudiadas.

4.2.2. RETENCIÓN

En el **Cuadro 13** se presentan los resultados promedio de la retención del preservante en la madera. Puede observarse que la especie Gavilán Blanco (*Caraipa myrcioides*) presenta una mejor disposición a retener el preservante con relación a la especie Palo Gusano (*Miconia barbeyana*). Ambas especies retienen con mayor facilidad el preservante CCB – 70, sin embargo al comparar los resultados con los valores exigidos por la norma técnica correspondiente observamos que es el preservante CCA – C el que alcanza mejores niveles de clasificación como ELEVADO mientras que la retención con CCB – 70 supera también los parámetros de la norma con una clasificación de COFORME.

Cuadro 13 Cuadro 13 Resultados promedio de la Retención de los preservantes CCA – C y CCB – 70 por las especies Palo Gusano y Gavilán Blanco expresados en kg/m³

Muestra	Palo Gusano (kg/m ³)		Gavilán Blanco (kg/m ³)	
	CCA-C	CCB-70	CCA-C	CCB-70
Oxido de Cobre	4,213	5,823	4,356	5,927
Oxido de Cromo	2,426	2,620	2,508	2,667
Oxido de Arsénico / Ácido bórico	6,128	6,114	6,336	6,223
Retenciones Totales	12,767	14,557	13,200	14,817
Clasificación	Elevado	Conforme	Elevado	Conforme

Fuente: Elaboración propia

En el **Cuadro VI – A** del **Anexo VI** se presentan los resultados de las pruebas de retención en las muestras preservadas con CCA – C de la especie Palo Gusano (*Miconia barbeyana*), en el cuadro se observa que la retención alcanza un promedio de 12,77 kg de preservante por metro cúbico de madera y una distribución bastante uniforme a lo largo del poste.

En el **Cuadro VI – B** del **Anexo VI** se presentan los resultados de las pruebas de retención en las muestras preservadas con CCA – C de la especie Gavilán Blanco (*Caraipa myrcioides*), en el cuadro se observa que la retención alcanza un promedio de 13,20 kg/m³ de madera tratada.

En el **Cuadro VI – C** del **Anexo VI** se presentan los resultados de las pruebas de retención en las muestras preservadas con CCB – 70 de la especie Palo Gusano (*Miconia barbeyana*), en el cuadro se observa que la retención alcanza un promedio de 14,56 kg/m³ y una distribución uniforme en el poste, alcanzando una máxima de 15,10 kg/m³ y la mínima de 14,27 kg/m³.

En el **Cuadro VI – D** del **Anexo VI** se presentan los resultados de retención en las muestras preservadas con CCB – 70 de la especie Gavilán Blanco (*Caraipa myrcioides*), en el cuadro se observa que la retención alcanza un promedio de 14,82 kg/m³ de madera tratada, alcanzando valores máximos de 15,10 kg/m³ y mínimos de 14,50 kg/m³.

Para el análisis estadístico se desarrolló un diseño factorial de 2x2 (**Ver Anexo 07**), de los resultados podemos afirmar lo siguiente:

- Que existe diferencia significativa en la retención del preservante entre las dos especies de madera estudiadas Palo Gusano (*Miconia barbeyana*) y Gavilán Blanco (*Caraipa myrcioides*), aunque esta diferencia es mínima.
- Que existe diferencia significativa en la retención de acuerdo al tipo de sales preservantes CCA-C y CCB-70, sin embargo, al analizar las secciones esta variación es mínima.
- Que existe diferencia significativa en la retención del preservante en las secciones o muestras sobre las cuales se realizaron las mediciones y que fueron obtenidas de los postes a diferentes alturas,

Bajo la hipótesis que no existe diferencia significativa en la retención entre los preservantes utilizados y las especies empleadas, del **Cuadro VII – B** del **Anexo VII** se desprende que la hipótesis planteada es correcta no existiendo diferencia significativa entre los tipos de preservantes y la madera estudiada.

Bajo la hipótesis que no existe diferencia significativa entre la retención del preservante en las distintas secciones de donde se obtuvieron las muestras y los preservantes utilizados para tratar los postes, del **Cuadro VII – C** del **Anexo VII** se desprende que la hipótesis planteada es correcta no existiendo diferencia significativa entre las secciones A, B y C y los tipos de sales utilizados en la preservación de los postes.

Bajo la hipótesis que no existe diferencia significativa entre la retención del preservante en las distintas secciones de donde se obtuvieron las muestras y las diferentes especies estudiadas para la fabricación de postes, del **Cuadro VII - D** del **Anexo VII** se desprende que la hipótesis planteada es correcta no existiendo diferencia significativa entre las secciones A, B y C extraídas de los postes y las especies estudiadas.

Cuadro 14 Análisis de varianza de los resultados del análisis de retención de los preservantes CCA – C y CCB – 70 en la madera de las especies Palo Gusano y Gavilán Blanco.

Especie / Preservante	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación Estándar	Varianza
Palo Gusano CCA – C	10	12,25	13,15	12,77	0,3493	0,1220
Palo Gusano CCB – 70	10	14,27	15,10	14,56	0,3573	0,1277
Gavilán Blanco CCA – C	10	13,00	13,50	13,20	0,1758	0,0309
Gavilán Blanco CCB - 70	10	14,50	15,10	14,82	0,2260	0,0511

Fuente: *Elaboración propia*

En el **Cuadro 14** se presentan los datos estadísticos descriptivos del análisis de varianza (ANVA) de los datos de retención de los preservantes en los postes de las dos especies estudiadas, Se puede observar que el preservante CCB – 70 alcanza valores relativamente mayores de retención frente al preservante CCA – C sin embargo analizando su toxicidad y las exigencias de acuerdo a las normas es el segundo preservante el que alcanza mejores valores.

Se puede observar que la especie Gavilán Blanco (*Caraipa myrcioides*) alcanza mejores niveles de retención de preservantes tanto con CCA – C como con CCB – 70 igualmente presenta una distribución más uniforme de los resultados lo que se refleja en los valores de la varianza y de la desviación estándar.

El proceso de preservación permite observar como la solución preservadora desplazaba a la savia del poste cuando esta empieza a caer por la cabeza del poste y aproximadamente 3 horas después la savia debe ser reemplazada por la solución preservadora residual, en este momento se deben cambiar los recipientes colocados en la cabeza de los postes a fin de recuperar el

preservante residual para ser reciclado. Es necesario señalar que para efectos de la investigación sólo se utilizó solución preservadora en primer uso.

4.3 COSTOS DE PRODUCCIÓN

En el **Cuadro 15** se presentan los resultados del análisis de los costos de producción de postes de madera preservados con CCA – C y CCB – 70 en la Comunidad Nativa de Shiringamazú, en la zona alta de la cuenca del Río Palcazú, pudiéndose observar los costos por metro cúbico y por poste de madera preservada.

El valor estimado de la madera en pie para especies poco conocidas utilizado fue de S/. 0,45 por pie tablar, considerando un volumen total del poste de 66 pt, el costo por la madera en pie es de S/. 29,70 el cual fue redondeado a S/. 30,00 correspondiente a C1. Este valor varía con mucha facilidad en función a diferentes factores como la localidad donde se encuentra ubicado el bosque y la distancia desde éste a la planta de procesamiento.

En el **Cuadro VIII – A** del **Anexo VIII** se presentan las actividades y sus respectivos tiempos (hora/hombre), correspondientes a los costos de extracción (C2) por metro cúbico de madera del bosque a la carretera.

Cuadro 15 Resultados del análisis de los costos de producción de postes de madera preservados con CCA – C y CCB – 70.

Costos	Código	Costo por m ³ de madera preservada (en S/.)		Costo por poste de madera preservada (en S/.)	
		CCA – C	CCB – 70	CCA – C	CCB – 70
Costo de la madera en pie	C ₁	100,00	100,00	30,00	30,00
Costo de Extracción	C ₂	28,20	28,20	8,46	8,46
Costo de transporte	C ₃	90,00	90,00	27,00	27,00
Costo de preservación	C ₄	557,77	531,11	167,33	159,33
Costos de producción total	C _t	775,97	749,31	232,79	224,79

Fuente: Elaboración propia

En el **Cuadro VIII – B** del **Anexo VIII** se presentan los Costos de Transporte (C3) desde la zona de extracción a la planta de preservación. Se consideran un flete promedio por carga completa (5 postes por día), una distancia promedio de 6,00 kilómetros de recorrido, y un peso promedio por carga de 600,00 kilogramos.

El factor utilizado de 1,80 kg/pt fue calculado en laboratorio, la utilización de una báscula en el campo permitiría definir con exactitud el peso de la madera verde que es transportada del a la planta para su preservación.

En el **Cuadro VIII – C** del **Anexo VIII** se presentan los costos de preservación por metro cúbico de madera para postes estimados para la Planta de Preservación de la Comunidad Nativa de Shiringamazú, preservado con CCA – C y CCB – 70.

La competitividad del precio final de los postes fabricados en la Comunidad Nativa de Shiringamazú se encuentra condicionada a los costos que implicaría transportar los postes desde la planta de preservación a la zona de venta o puntos de entrega en obra y los costos de comercialización, en tanto se puede afirmar que los postes son competitivos sólo en el mercado local.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- 1) La durabilidad natural del duramen de las maderas estudiadas de acuerdo a la norma técnica se presentan a continuación:
 - Gavilán Blanco (*Caraipa myrcioides*): Altamente resistente
 - Palo Gusano (*Miconia barbeyana*): Resistente
- 2) La madera de Gavilán Blanco es más susceptible al ataque del hongo *Gloelophillum trabeum* y más resistente al ataque de *Heterobasidium annosum*. La madera de Palo Gusano, es mas susceptible al ataque del hongo *Polyporus versicolor* y más resistente al ataque de *Gloelophillum trabeum*.
- 3) Las especies Gavilán Blanco (*Caraipa myrcioides*) y Palo Gusano (*Miconia barbeyana*) son Fácilmente Preservables por el método Prescap.
- 4) La retención y penetración de los dos tipos de preservante en ambas especies evaluadas cumplen con los parámetros establecidos en la norma para postes de madera.
- 5) Los costos de producción de un poste Clase 6 con las maderas de las especies estudiadas son de S/. 232,79 con CCA – C y S/. 224,79 con CCB – 70, puesto en la planta de preservación de Shiringamazú.
- 6) Se recomienda la realización de estudios complementarios de los extractivos de las dos especies a fin de conocer más acerca de los principios activos tóxicos presentes en estas maderas que les brinda resistencia biológica.
- 7) Se recomienda el estudio respecto a la reducción de algunos factores como el tiempo de inyección de preservante y la concentración de la solución preservadora a fin de determinar los valores óptimos en el proceso de preservación que reduzcan los costos de producción.
- 8) Se recomienda el estudio respecto a la reutilización o reciclaje de la solución preservadora de recuperación del proceso de preservación por el sistema Prescap, con el objeto de reducir los costos de producción de postes y disminuir los impactos negativos sobre el medio ambiente.

BIBLIOGRAFÍA

- Anaya, Z. 1973. Preservación de Postes Cortos de Cuatro Especies de Eucalipto por el Método de Ascensión de Sales. Lima, PE, Universidad Nacional Agraria La Molina, Programa Académico de Ciencias Forestales. 83p.
- ANSI/ASTM (American Society for Testing and Material, USA) 1980. Standard Methods of Static test of Wood Poles. ANSI / ASTM D1036 – 58.
- ANSI/ASTM (American Society for Testing and Material, USA) 1980. Standard Specification for Chromated Copper Arsenate. ANSI / ASTM D1625 – 71.
- ANSI/ASTM (American Society for Testing and Material, USA) 1980. Standard Methods for Analysis of Chromated Copper Arsenate. ANSI / ASTM D1628-71.
- ANSI/ASTM (American Society for Testing and Material, USA) 1980. Standard Test Methods for Penetration of Preservatives in Wood and for Differentiating Between Heartwood and Sapwood. ANSI / ASTM D3507 – 76.
- Araujo, M. 2001. Características de cuatro especies forestales de Pucallpa para postes preservados de transmisión aérea de energía. Lima, PE, Universidad Nacional Agraria La Molina, Facultad de Ciencias Forestales. 119p.
- Aróstegui, A. 1974. Estudio tecnológico de maderas del Perú (Zona Pucallpa). Volumen I. Características Tecnológicas y Usos de la Madera de 145 especies del país. PE. V. I. 483p.
- Astocóndor, A. 1986. Penetración y Retención de Sales Preservadoras CCA en 15 Especies Forestales del Bosque Nacional Alexander Von Humboldt. Mediante Tratamiento a Presión por Célula Vacía. Lima, PE, Universidad Nacional Agraria La Molina, Facultad de Ciencias Forestales. 66p.
- AWPA (American Wood – Preserves Association Standard, USA) 1995. Poles. All Timber Products – Preservative Treatment by Pressure Process. C1 – 95. 5p.
- AWPA (American Wood – Preserves Association Standard, USA) 1995. Poles. Preservative treatment by pressure processes. C4 – 95. 6p.

- AWPA (American Wood – Preserves Association Standard, USA) 1995. Standard for Inspection of treated wood products. M2 – 95. 7p.
- AWPA (American Wood – Preserves Association Standard, USA) 1993. Standard Method for Analysis of treated wood and treating solutions by anatomic absorption spectroscopy. A11- 93. 7p.
- AWPA (American Wood – Preserves Association Standard, USA) 2000. Standard for Waterborne Preservatives. P5 – 00. 6p.
- AWPA (American Wood – Preserves Association Standard, USA) 1995. Standard Wet Ashing Procedure for Preparing Wood for Chemical Analysis. Standard A7 – 95. 6p.
- Bañon, H. 2005. Etnobotánica arbórea de dos comunidades Yanesha del Valle del Palcazo (Departamento de Pasco – Perú). Lima, PE, Universidad Nacional Agraria La Molina, Facultad de Ciencias Forestales. 146p.
- Begazo, K. 1992. Aptitud de Cuatro Especies Maderables de la Zona de Pucallpa para su Uso en Postes Preservados. Lima, PE, Universidad Nacional Agraria La Molina, Facultad de Ciencias Forestales. 86p.
- Boucherie. 1995. Confederación Nacional de la Madera. El Maderero N° 17: 12 – 13.
- Boucherie. 1996. Confederación Nacional de la Madera. El Maderero 1 y 2.
- Bueno, J. 1972. Postes de Madera para Líneas Aéreas de Conducción de Energía. Lima, PE, Universidad Nacional Agraria La Molina, Facultad de Ciencias Forestales. 217p.
- Carrasco, L. 1996. Análisis de la Estructura de Costos de la Extracción de la Uña de Gato *Uncaria tomentosa* (wild) D.C. en la Provincia de Puerto Inca (Huanuco). Lima, PE, Universidad Nacional Agraria La Molina, Facultad de Ciencias Forestales. 77p.
- Campos, R. 1987. Análisis de Productividad y Costos en Extracciones Forestales Mecanizadas de la Zona de Pucallpa. Lima, PE, Universidad Nacional Agraria La Molina, Escuela de Post-Gado, Especialidad en Industrias Forestales. 233p.
- Campos, R. 1983. Estructura de los Costos de la Extracción y Transporte de Madera Rolliza en la Selva Baja. Roma, IT, FAO, 36p. (Documento FAO – Montes N° 97).

- Canchucaja, J. 1992. Control de Calidad para Postes Preservados por Desplazamiento de Savia. Lima, PE, Universidad Nacional Agraria La Molina, Escuela de Post-Gado, Especialidad en Industria Forestal. 85p.
- Casas, H. 1989. Productividad y Estructura de Costos y Transporte de Madera Rolliza en la Zona de Chanchamayo. Lima, PE, Universidad Nacional Agraria La Molina, Facultad de Ciencias Forestales. 144p.
- Chuquicaja, C. 1992. Extracción Forestal Mecanizada en la Zona de Pichanaki: Productividad y Costos. Lima, PE, Universidad Nacional Agraria La Molina, Escuela de Post-Gado, Especialidad en Industria Forestal. 155p.
- Del Águila, R. 1985. Análisis Técnico Económico de Extracción y Transporte de Madera Rolliza en la Zona de Progreso – Tocache. Lima, PE, Universidad Nacional Agraria La Molina, Facultad de Ciencias Forestales. 169p.
- Eaton, R.; Hale, M. 1993. Wood – Decay, pest and protection. Londres, GB. 546p.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas Para la Agricultura y la Alimentación) 1990. Pequeñas Empresas de Elaboración de Productos del Bosque. Roma, IT, 290p. (Estudio FAO – Montes N° 79).
- FAO (Organización de las Naciones Unidas Para la Agricultura y la Alimentación) 1995. Pequeñas Industrias Forestales. Metodología y Estudios de Casos. Quito, EC, Proyecto FAO: Desarrollo Participativo en los Andes. 217p. (Serie de Validaciones).
- González, A. 1997. Análisis Colorimétrico de Sales Preservantes CCA y CCB en Soluciones de Tratamiento y en Madera Preservada. Lima, PE, Universidad Nacional Agraria La Molina, Facultad de Ciencias Forestales, 104p.
- González, V. 1979. Pudrición de la Madera de Diez Especies Forestales por Acción de Cinco Hongos Xilófagos. Lima, PE, Universidad Nacional Agraria La Molina, Programa Académico de Graduados. 108p.
- González, V. 1981. Preservación y Secado de la Madera. Lima, PE, Universidad Nacional Agraria La Molina, Facultad de Ciencias Forestales.
- González, V. 2001. Programa del curso Fundamentos de Preservación de la Madera. Lima, PE, Universidad Nacional Agraria La Molina, Facultad de Ciencias Forestales.

- Griffin, D. 1977. Water potential and wood decay fungi. *Ann Revista Phytopathol* 15: 319 – 329.
- ITINTEC (Instituto de Investigación Tecnológica Industrial y de Normas Técnicas). 1974. Identificación y tecnología. Preservación de la Madera de los Agentes Biológicos. Glosario. NTP: 251.004. Lima, PE. 12p.
- ITINTEC (Instituto de Investigación Tecnológica Industrial y de Normas Técnicas). 1974. Postes de Madera para Líneas Aéreas de Conducción de Energía. Glosario. NTP: 251.021. Lima, PE. 3p.
- ITINTEC (Instituto de Investigación Tecnológica Industrial y de Normas Técnicas). 1974. Postes de Madera para Líneas Aéreas de Conducción de Energía. Postes de Eucalipto. NTP: 251.024. Lima, PE. 3p.
- ITINTEC (Instituto de Investigación Tecnológica Industrial y de Normas Técnicas). 1974. Postes de Madera para Líneas Aéreas de Conducción de Energía. Requisitos Generales. NTP: 251.022. Lima, PE. 11p.
- ITINTEC (Instituto de Investigación Tecnológica Industrial y de Normas Técnicas). 1974. Preservación de Madera. Clasificación de las Maderas por sus Características de Preservación. NTP: 251.032. Lima, PE. 6p.
- ITINTEC (Instituto de Investigación Tecnológica Industrial y de Normas Técnicas). 1974. Preservación de Madera. Clasificación de Preservadores. NTP: 251.020. Lima, PE. 3p.
- ITINTEC (Instituto de Investigación Tecnológica Industrial y de Normas Técnicas). 1974. Preservación de Madera. Composición química de los preservadores para madera. NTP: 251.035. Lima, PE. 5p.
- ITINTEC (Instituto de Investigación Tecnológica Industrial y de Normas Técnicas). 1974. Preservación de Madera. Extracción de muestras de Madera Preservada. NTP: 251.025. Lima, PE. 5p.
- ITINTEC (Instituto de Investigación Tecnológica Industrial y de Normas Técnicas). 1974. Preservación de Madera. Penetración y Retención de los Preservadores en la madera. NTP: 251.026. Lima, PE. 9p.

- ITINTEC (Instituto de Investigación Tecnológica Industrial y de Normas Técnicas). 1979. Preservación de Madera. Preservación de Postes de Madera. Métodos a Presión. NTP 251.034. Lima, PE. 4p.
- ITINTEC (Instituto de Investigación Tecnológica Industrial y de Normas Técnicas). 1974. Preservación de Madera. Tratamientos Preservadores. NTP: 251.019. Lima, PE. 3p.
- José, A. 1992. Eficacia del Sistema de Preservación Pres – Cap en Dos Especies Forestales del Valle Palcazú – Costos de Producción. Lima, PE, Universidad Nacional Agraria La Molina, Facultad de Ciencias Forestales. 89p.
- JUNAC (Junta Nacional del Acuerdo de Cartagena). 1988. Manual del grupo Andino para la Preservación de maderas. Lima, PE, Proyecto Subregional de Promoción Industrial de la Madera para Construcción (PRID – Madera), Junta Nacional del Acuerdo de Cartagena.
- King, B.; Henderson, W.; Murphy, M. 1980. A bacterial contribution to wood nitrogen. USA, Int. Biodet Bull 16: 79 – 84.
- Koppers Company Inc. 1983. The CCA Pole “The pole of the future with a 40 year past”. Pittsburgh, USA, Specialty Wood Chemicals Division. Koppers Company Inc. 21p.
- Koppers Company Inc., CL, 1982. La solución preservante Wolman CCA – C: Preparación y control. Informativo Koppers en español. 3: 34 – 35.
- Kroll, N. 2005. Selección y caracterización dendrológica preliminar de las especies forestales que se desean promover para el manejo de los bosques de la Comunidad Nativa de Loma Linda – Laguna (Valle del Palcazú – Pasco – Perú). Lima, PE, Universidad Nacional Agraria La Molina, Facultad de Ciencias Forestales. 137p.
- Libby, E. 1987. Ciencia y Tecnología sobre pulpa y papel. MX, CECSA, Tomo I. 682p.
- Martel, M. 1992. Productividad y Costos en el Desembosque de Trozas con Bueyes en Villa Rica. Lima, PE, Universidad Nacional Agraria La Molina, Facultad de Ciencias Forestales.
- Martínez, J. 1976. Conservación de la Madera en su Aspecto Técnico. Industrial y Económico. Madrid, ES, Instituto Forestal de Investigación y Experiencias. 375p.

- Melo, J. 1986. Preservación de Postes con el Sistema Boucherie. En: Seminario Taller de Planificación, Ejecución y Seguimiento de Proyectos Comunales de Pequeñas industrias Forestales. Lima, PE. (Documento Técnico INFOR 1: 61 – 76).
- Morris, P.; Dickinson, D.; Calver, B. 1992. Biological control of internal decay in scots pine poles: a seven year experiment. International Research Group on Wood Preservation. (Documento N° IRG/WP/1529 – 92).
- Nakasone, K. 1990. Cultural studies and identification of Wood – inhibiting Corticiaceae and selected Hymenomycetes from North America. New York, USA. (Mycology Memoir N° 15).
- Osmose. 1983. Wood Preserving Co. of America. Preservation Wood. USA.
- Pino, R. 2002. Durabilidad Natural de Tres Maderas de Diferentes Edades a la Acción de Tres Hongos Xilófagos. Lima, PE, Universidad Nacional Agraria La Molina, Facultad de Ciencias Forestales. 81p.
- Rengifo, J. 1992. Durabilidad natural de la madera de nueve especies forestales de la familia Bombacaceae. Revista Forestal del Perú v. 19(1): 83 – 92.
- Romaní, W. 2003. Estudio de flexión en Postes de transmisión eléctrica y Propiedades Físico – Mecánicas relacionadas de las especies Gavilán Blanco (*Caraipa myrcioides*) y Palo Gusano (*Miconia barbeyana*) en el valle de Palcazú. Lima, PE, Universidad Nacional Agraria La Molina, Facultad de Ciencias Forestales. 64p.
- Roy, M. 1992. Theory and practice of spectrophotometric application. Note Part III. New Cork, USA, Analytical Products Division. 7p.
- Silva, E. 1974. Preservação do Madeiras. Paraná, BR, Convenio IBDF – IRT – ABPM. Boletín Técnico N° 2(1): 37 – 82.
- Toledo, E. 1981. Estudio de la Preservación de la Madera en el Perú. Lima, PE, Proyecto PNUD/FAO/PER/78. 48p. (Documento de Trabajo N° 9).
- Trujillo, F. 1985. Durabilidad Natural de Ocho Especies Forestales del Perú en Medio Nutritivo Natural. Lima, PE, Universidad Nacional Agraria La Molina, Facultad de Ciencias Forestales. 82p.

- Valdiviezo, R. 1981. Análisis de Costos de Desembosque con Tractores en Selva Alta por el Método de Simulación Montecarlo. Lima, PE, Universidad Nacional Agraria La Molina, Facultad de Ciencias Forestales. 70p.
- Van Holde, K.E. 1979. Bioquímica física. Madrid, ES, Editorial Alambra.
- Wilkinson, J. 1979. Industrial timber preservation. Londres, GB. 53p.
- Willard, H. 1984. Métodos instrumentales de análisis químico. 6a. Ed. MX. 907p.
- Wolmanized, (s.f.). 1995. Las Razones por las Cuales Usted Debe Tener Confianza. 60 Años de Informes que Avalan la Seguridad. Georgia, USA, Efectividad y Conservación de los Productos de Madera Wolmanized. Hickson Corporation. 30p.

ANEXO 1

SOBRE DURABILIDAD NATURAL DE LA MADERA

Cuadro I– A Resultados de los ensayos de Durabilidad Natural en la especie Palo Gusano (*Miconia barbeyana*) expresados en forma porcentual

Repeticiones		Hongos Xilófagos (%)		
		<i>Gloelophillum trabeum</i>	<i>Polyporus versicolor</i>	<i>Heterobasidium annosum</i>
Palo Gusano (<i>Miconia barbeyana</i>)	1	7,801	11,693	12,292
	2	7,560	19,944	13,528
	3	7,585	17,891	12,055
	4	7,946	14,286	14,125
	5	6,926	17,884	13,457
	6	6,924	12,531	13,355
	7	6,183	14,565	15,440
	8	4,904	13,936	16,795
	9	8,088	12,887	6,159
	10	8,291	20,891	12,642
	11	15,120	17,706	15,003
	12	16,320	13,328	14,245
	13	14,898	14,552	13,607
	14	16,828	14,488	7,523
	15	14,059	18,574	13,667
Promedio	9,962	15,677	12,926	

Fuente: Elaboración propia

Cuadro I – B Resultados de los ensayos de Durabilidad Natural en la especie Gavián Blanco (*Caraipa myrcioides*) expresados en porcentaje

Repeticiones		Hongos Xilófagos (%)		
		<i>Gloelophillum trabeum</i>	<i>Polyporus versicolor</i>	<i>Heterobasidium annosum</i>
Gavián Blanco (<i>Caraipa myrcioides</i>)	1	6,879	3,255	3,522
	2	5,587	3,949	3,035
	3	5,667	3,450	2,909
	4	5,578	3,881	2,921
	5	6,011	4,486	2,716
	6	5,726	3,889	2,954
	7	5,601	3,800	2,781
	8	5,938	2,926	3,100
	9	4,941	4,129	2,987
	10	5,270	3,818	2,499
	11	5,340	4,202	2,292
	12	6,928	3,987	1,963
	13	5,848	3,850	2,445
	14	5,787	3,747	2,017
	15	5,730	3,284	3,089
Promedio		5,789	3,777	2,749

Fuente: Elaboración propia

Cuadro I – C Cuadro de datos de Durabilidad Natural de Gavilán Blanco (*Caraipa myrcioides*)

CATEGORÍAS		GAVILÁN BLANCO										
		Largo	Ancho	Espesor	Volumen	PH1	PH2	%PHP	PS1	PS2	%PSP	
HONGOS XILÓFAGOS	Gloeophitium trabeum	1	30,40	9,84	5,00	1495,68	1,4290	1,2870	9,94	1,2211	1,1371	6,88
		2	30,33	9,44	5,43	1554,69	1,4413	1,3002	9,79	1,2063	1,1389	5,59
		3	30,24	9,49	5,52	1584,12	1,5394	1,3983	9,17	1,2528	1,1818	5,67
		4	29,97	9,52	5,44	1552,11	1,1900	1,0929	8,16	1,0487	0,9902	5,58
		5	30,00	10,24	4,81	1477,63	1,1144	1,0173	8,71	0,9799	0,9210	6,01
		6	30,12	10,58	5,31	1692,14	1,2825	1,1854	7,57	1,1334	1,0685	5,73
		7	30,17	9,40	4,73	1341,42	1,2410	1,1220	9,59	1,0551	0,9960	5,60
		8	30,10	9,50	4,80	1372,56	1,0994	1,0334	6,00	1,0105	0,9505	5,94
		9	39,91	9,61	4,91	1883,16	1,1412	1,0822	5,17	1,0403	0,9889	4,94
		10	30,12	9,74	5,28	1548,99	1,3150	1,2038	8,46	1,1462	1,0858	5,27
		11	30,19	9,48	5,47	1565,52	1,3776	1,2664	8,07	1,2003	1,1362	5,34
		12	30,53	10,00	5,17	1578,40	1,4449	1,3337	7,70	1,2024	1,1191	6,93
		13	30,21	9,56	5,22	1507,58	1,2410	1,1433	7,87	1,0926	1,0287	5,85
		14	30,20	9,39	5,25	1488,78	1,2226	1,1249	7,99	1,0765	1,0142	5,79
		15	30,44	9,55	5,12	1488,39	1,2827	1,1850	7,62	1,1362	1,0711	5,73
	Prom.	30,86	9,69	5,16	1542,08	1,2908	1,1851	8,12	1,1202	1,0552	5,79	
	Polyporus versicolor	1	30,25	9,88	5,38	1607,92	1,4652	1,3321	9,08	1,2166	1,1770	3,25
		2	30,38	9,52	5,70	1648,54	1,5372	1,4041	8,66	1,2838	1,2331	3,95
		3	30,19	9,68	5,08	1484,58	1,3127	1,1796	10,14	1,0753	1,0382	3,45
		4	30,16	10,01	5,20	1569,89	1,1392	1,0466	8,13	0,9560	0,9189	3,88
		5	30,25	9,76	5,27	1555,91	1,1724	1,0798	7,90	0,9853	0,9411	4,49
		6	29,67	10,48	5,43	1688,41	1,3106	1,2180	7,07	1,1107	1,0675	3,89
		7	30,16	10,01	5,20	1569,89	1,2370	1,1414	7,73	1,0421	1,0025	3,80
		8	30,25	9,76	5,27	1555,91	1,4903	1,3947	6,41	1,2780	1,2406	2,93
		9	29,67	10,48	5,43	1688,41	1,2146	1,1190	7,87	1,0171	0,9751	4,13
		10	30,18	9,24	5,44	1517,02	1,3151	1,1820	10,12	1,1001	1,0581	3,82
		11	30,38	9,51	4,69	1355,01	1,2184	1,0853	10,92	0,9996	0,9576	4,20
		12	30,23	9,73	4,98	1464,81	1,2831	1,1500	10,37	1,0533	1,0113	3,99
		13	30,39	9,62	5,35	1564,08	1,2977	1,2021	7,37	1,0908	1,0488	3,85
		14	30,22	9,72	5,23	1536,25	1,3133	1,2177	7,28	1,1208	1,0788	3,75
		15	30,13	9,98	5,55	1668,87	1,4867	1,3911	6,43	1,2790	1,2370	3,28
	Prom.	30,17	9,83	5,28	1565,03	1,3196	1,2096	8,37	1,1072	1,0657	3,78	
	Heterobasidium annosum	1	30,24	9,44	5,35	1527,24	1,3223	1,2151	8,11	1,1072	1,0682	3,52
		2	30,34	9,36	5,56	1578,94	1,3683	1,2611	7,83	1,1499	1,1150	3,04
		3	30,11	8,95	5,44	1466,00	1,2764	1,1692	8,40	1,0655	1,0345	2,91
		4	30,18	9,92	5,47	1637,64	1,1579	1,0710	7,50	0,9790	0,9504	2,92
		5	30,22	9,72	5,57	1636,12	1,3934	1,3065	6,24	1,1931	1,1607	2,72
		6	29,99	9,63	5,62	1623,08	1,1874	1,1005	7,32	1,0053	0,9756	2,95
		7	30,16	9,60	4,96	1436,10	1,2654	1,1633	8,07	1,0606	1,0311	2,78
		8	29,98	9,69	5,36	1557,11	1,3686	1,2665	7,46	1,1579	1,1220	3,10
		9	30,16	9,93	5,21	1560,34	1,4336	1,3315	7,12	1,2286	1,1919	2,99
		10	30,32	9,53	5,59	1615,23	1,4449	1,3237	8,39	1,2083	1,1781	2,50
		11	30,35	9,73	5,37	1585,79	1,4715	1,3503	8,24	1,2304	1,2022	2,29
		12	30,42	9,47	5,51	1587,31	1,4375	1,3163	8,43	1,1972	1,1737	1,96
		13	30,39	9,60	5,26	1534,57	1,2651	1,1583	8,44	1,0591	1,0332	2,45
14		30,36	10,10	5,47	1677,30	1,5980	1,4912	6,68	1,3584	1,3310	2,02	
15		30,29	10,23	5,07	1571,02	1,3170	1,2102	8,11	1,1070	1,0728	3,09	
Prom.	30,23	9,66	5,39	1572,92	1,3538	1,2490	7,76	1,1405	1,1094	2,75		
Prom. Total	30,42	9,72	5,28	1560,01	1,3214	1,2145	8,08	1,1226	1,0768	4,10		

Fuente: Elaboración propia

Cuadro I – D Cuadro de datos de Durabilidad Natural de Palo Gusano (*Miconia barbeyana*)

CATEGORÍAS		PALO GUSANO										
		Largo	Ancho	Espesor	Volumen	PH1	PH2	%PHP	PS1	PS2	%PSP	
HONGOS XILÓFAGOS	Gloeophidium trabeum	1	30,41	10,26	5,41	1687,96	1,2151	0,9852	18,92	0,8396	0,7741	7,80
		2	30,46	10,06	5,27	1614,87	1,0709	0,8741	18,38	0,9100	0,8412	7,56
		3	30,47	10,43	5,25	1668,46	1,1478	0,9414	17,98	0,9585	0,8858	7,58
		4	30,43	10,25	5,33	1662,47	1,0054	0,8174	18,70	0,8432	0,7762	7,95
		5	30,32	10,33	5,09	1594,22	1,0111	0,8152	19,37	0,8865	0,8251	6,93
		6	29,58	10,19	5,72	1724,12	1,0416	0,8436	19,01	0,8593	0,7998	6,92
		7	29,81	10,00	5,45	1624,65	1,2956	1,0125	21,85	0,8620	0,8087	6,18
		8	30,07	10,54	5,67	1797,04	1,3041	1,0925	16,23	0,8666	0,8241	4,90
		9	30,09	10,15	5,64	1722,53	1,2088	0,9685	19,88	0,8173	0,7512	8,09
		10	30,02	9,97	5,44	1628,19	1,0754	0,8895	17,29	0,8913	0,8174	8,29
		11	29,62	9,87	5,78	1689,78	1,0251	0,8476	17,32	0,9709	0,8241	15,12
		12	30,06	10,48	5,69	1792,51	1,2047	0,9926	17,61	0,8885	0,7435	16,32
		13	29,84	9,47	5,73	1619,21	1,1574	0,9471	18,17	0,9310	0,7923	14,90
		14	29,94	10,00	5,73	1715,56	1,1599	0,9492	18,17	0,9585	0,7972	16,83
		15	30,09	10,55	5,81	1844,38	1,0820	0,8843	18,27	0,9574	0,8228	14,06
	Prom.	30,08	10,17	5,53	1692,40	1,1337	0,9240	18,48	0,8960	0,8056	9,96	
	Polyporus versicolor	1	29,98	9,93	5,42	1613,54	1,0896	0,9741	10,60	0,9723	0,8586	11,69
		2	29,64	9,88	5,43	1590,14	1,1600	1,0412	10,24	1,1522	0,9224	19,94
		3	30,36	10,70	5,54	1799,68	1,2085	1,0858	10,15	1,1730	0,9631	17,89
		4	29,98	10,19	5,28	1613,02	1,0932	0,9762	10,70	1,0024	0,8592	14,29
		5	30,10	10,32	5,57	1730,22	1,1365	1,0251	9,80	1,1127	0,9137	17,88
		6	30,40	10,20	5,46	1693,04	1,1093	0,9998	9,87	1,0179	0,8903	12,53
		7	30,19	10,31	5,12	1593,65	1,1120	1,0087	9,29	1,0598	0,9054	14,56
		8	30,45	10,56	5,32	1710,66	1,1166	1,0241	8,28	1,0825	0,9316	13,94
		9	30,53	9,96	5,42	1648,11	0,9673	0,8512	12,00	0,8439	0,7351	12,89
		10	29,79	10,07	5,60	1679,92	1,1413	1,0174	10,86	1,1295	0,8935	20,89
		11	29,85	10,53	5,85	1838,77	1,2209	1,0241	16,12	1,0053	0,8273	17,71
		12	29,94	10,02	5,51	1652,99	1,1385	0,9435	17,13	0,8636	0,7485	13,33
		13	29,52	10,63	5,44	1707,06	1,1810	0,9923	15,98	0,9405	0,8036	14,55
		14	30,02	10,07	5,76	1741,26	1,2085	0,9972	17,48	0,9191	0,7859	14,49
		15	29,88	10,18	5,40	1642,56	1,2074	1,0228	15,29	1,0294	0,8382	18,57
	Prom.	30,04	10,24	5,47	1683,64	1,1394	0,9989	12,25	1,0202	0,8584	15,68	
	Heterobasidium annosum	1	30,31	10,48	5,47	1737,54	1,0110	0,8185	19,04	0,9396	0,8241	12,29
		2	30,30	10,34	5,41	1694,96	1,0988	0,8992	18,17	0,9063	0,7837	13,53
		3	30,35	10,03	5,13	1561,63	1,1436	0,9528	16,68	0,9440	0,8302	12,06
		4	30,38	10,34	5,52	1733,99	1,0156	0,8221	19,05	0,8248	0,7083	14,12
		5	30,31	10,63	5,39	1736,63	1,0674	0,8728	18,23	0,8739	0,7563	13,46
		6	30,24	9,88	5,49	1640,25	1,0310	0,8423	18,30	0,8364	0,7247	13,35
		7	29,97	9,53	5,83	1665,13	1,0585	0,8472	19,96	0,8698	0,7355	15,44
		8	29,76	9,82	5,31	1551,81	1,0574	0,8383	20,72	0,8461	0,7040	16,79
		9	30,06	10,30	5,78	1789,59	0,9985	0,8735	12,52	0,7794	0,7314	6,16
		10	30,17	9,99	5,66	1705,91	1,0663	0,8703	18,38	0,9413	0,8223	12,64
		11	29,98	9,65	5,51	1594,08	1,2151	0,9852	18,92	1,0191	0,8662	15,00
		12	30,11	9,86	5,75	1707,09	1,0709	0,8741	18,38	0,8410	0,7212	14,24
		13	30,05	10,27	5,62	1734,41	1,1478	0,9414	17,98	0,9510	0,8216	13,61
14		30,02	10,18	5,80	1772,50	1,0585	0,9174	13,33	0,8521	0,7880	7,52	
15		29,64	10,60	5,68	1784,57	1,0111	0,8152	19,37	0,8700	0,7511	13,67	
Prom.	30,04	10,24	5,47	1683,64	1,0701	0,8780	17,94	0,8863	0,7712	12,93		
Prom. Total	30,05	10,21	5,49	1686,56	1,1144	0,9337	16,22	0,9342	0,8117	12,86		

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 2

ESTADÍSTICAS SOBRE DURABILIDAD NATURAL DE LA MADERA

Cuadro II – A Análisis de Varianza al 95% de los resultados de durabilidad natural

Factor	DF	SS	MS	F ^o (Calc.)		F (tabular)
Madera	1	114,84	114,84	13,94	<	18,51
Hongos	2	4,68	2,34	0,28	<	19,00
Error	2	16,47	8,24	--		--
Total	5	135,99	--	--		--

Fuente: *Elaboración propia*

El análisis por diseño de bloques completos trabajado de manera aleatoria se trabajó utilizando el programa SAS y desarrolló el planteamiento de de las siguientes hipótesis:

- **H₁**: No existe diferencia del porcentaje de pérdida de peso entre los tres tipos diferentes de hongos xilófagos.
- **H₂**: No existe diferencia del porcentaje de pérdida de peso entre las dos especies diferentes de madera.

Del análisis se desprende que como F^o calculada es menor a F tabular se rechaza las hipótesis propuestas lo cual nos indica lo siguiente:

- Existe diferencia significativa en la perdida de peso entre las maderas Palo Gusano y Gavilán Blanco, siendo de acuerdo a los promedios Gavilán Blanco la más resistente.
- Que existe diferencia significativa del peso perdido de la madera ante la reacción de los diversos hongos, ello significa que con ambas especies de madera los hongos se comportan de manera particular.

El valor de R es 87% lo que nos indica la eficiencia del modelo utilizado, que da razón de verdad a los resultados del diseño de bloques.

Para determinar en forma estadística qué hongo presentaba mayor actividad se desarrolló el Análisis de Medias de Duncan fue desarrollado también con el programa SAS, el cual pasamos a detallar:

Medias de los hongos:

- *Gloelophillum trabeum* (X_1) = 7,87
- *Polyporus versicolor* (X_2) = 9,73
- *Heterobasidium annosum* (X_3) = 7,84

Ordenando las medias: $X_2 > X_1 > X_3$

Parámetro de análisis

$$S_x = \sqrt{\frac{8,24}{6}} = 1,1718$$

Donde:

S_x : Error estándar de medias de los resultados por pérdida de peso de la madera por acción de los hongos xilófagos.

Mediante el Análisis de Regresión se determinó el gado de relación que tiene la densidad aparente de la madera frente al porcentaje de peso perdido para lo cual se planteó la siguiente hipótesis:

H₀: Existe una estrecha relación entre la densidad de la madera y su resistencia al ataque de los hongos xilófagos,

De acuerdo al modelo: Si r^2 se acerca a **1** el ajuste lineal es valido

Esto indica que las variables están altamente relacionadas,

Variable dependiente: **%PSP**

Variable independiente: **Densidad,**

Cuadro II – B Ecuación de regresión para la especie Palo Gusano

Hongos	Ecuación	r
<i>Gloelophillum trabeum</i>	psp1 = 7,32 – 1420 D1	0,206
<i>Polyporus versicolor</i>	psp2 = 8,11 – 1502 D2	0,149
<i>Heterobasidium annosum</i>	psp3 = 8,38 – 1542 D3	0,207

Fuente: Elaboración propia

Cuadro II – C Ecuación de regresión para la especie Gavilán Blanco

Hongos	Ecuación	r
<i>Gloelophillum trabeum</i>	psp1 = 3,11 – 3677 D1	0,218
<i>Polyporus versicolor</i>	psp2 = 6,73 – 4164 D2	0,435
<i>Heterobasidium annosum</i>	psp3 = 4,87 – 2919 D3	0,147

Fuente: Elaboración propia

Los coeficientes de relación **r** nos indican que no existe dependencia directa entre el porcentaje de peso perdido de ambas especies de madera con relación a su densidad.

De acuerdo con los resultados no se puede inferir que exista una relación directa por la cual se pueda indicar que la densidad de la madera afecta la actividad destructiva de los hongos xilófagos, los valores del Análisis de regresión inferiores a uno ($r < 1$) así lo determinan.

ANEXO 3

SOBRE TIPO DE PENETRACIÓN DE PRESERVANTE EN LA MADERA

Cuadro III – A Tipo de Penetración en Palo Gusano preservada con CCA – C

Palo Gusano (<i>Miconia barbeyana</i>) / CCA				
Poste	Muestra A	Muestra B	Muestra C	Tipo de Penetración
1	TR	TR	TR	TR
2	TR	TI	TI	TR
3	TR	TI	TI	TR
4	TR	TR	TI	TI
5	TR	TR	TI	TR
6	TR	TR	TI	TR
7	TR	TR	TR	TR
8	TI	TI	TI	TI
9	TR	TR	TR	TR
10	TR	TR	TR	TR
Promedio	TR	TR	TI	TR

Fuente: Elaboración propia

Cuadro III – B Tipo de Penetración en Gavilán Blanco preservada con CCA – C

Gavilán Blanco (<i>Caraipa myrcioides</i>) / CCA				
Poste	Muestra A	Muestra B	Muestra C	Tipo de Penetración
1	PR	PI	PI	PI
2	PR	PR	PR	PR
3	PR	PR	PR	PR
4	PR	PR	PI	PR
5	PR	PR	PR	PR
6	PR	PR	PR	PR
7	PR	PR	PR	PR
8	PR	PR	PR	PR
9	PR	PR	PI	PR
10	PR	PR	PR	PR
Promedio	PR	PR	PR	PR

Fuente: Elaboración propia

Cuadro III – C Tipo de Penetración en Palo Gusano preservada con CCB – 70

Palo Gusano (<i>Miconia barbeyana</i>) / CCB				
Poste	Muestra A	Muestra B	Muestra C	Tipo de Penetración
1	TR	TR	TR	TR
2	TR	TR	TR	TR
3	TR	TR	TR	TR
4	TR	TR	TI	TR
5	TR	TR	TR	TR
6	TR	TR	TI	TR
7	TR	TI	TI	TI
8	TR	TR	TR	TR
9	TR	TR	TI	TR
10	TI	TI	TI	TI
Promedio	TR	TR	TR	TR

Fuente: Elaboración propia

Cuadro III – D Tipo de Penetración en Gavilán Blanco preservada con CCB – 70

Gavilán Blanco (<i>Caraipa myrcioides</i>) / CCB				
Poste	Muestra A	Muestra B	Muestra C	Tipo de Penetración
1	PR	PR	PR	PR
2	PR	PR	PR	PR
3	PR	PR	PR	PR
4	PI	PI	PI	PI
5	PR	PR	PR	PR
6	PR	PR	PR	PR
7	PR	PR	PR	PR
8	PR	PR	PR	PR
9	PR	PR	PR	PR
10	PR	PR	PR	PR
Promedio	PR	PR	PR	PR

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 4

SOBRE EL ANÁLISIS DE PENETRACIÓN DE PRESERVANTE EN LA MADERA

Cuadro IV – A Gado de Penetración en madera de Palo Gusano preservada con CCA – C (Expresados en forma porcentual)

	Gado de Penetración (%)					
	Poste	Muestra A	Muestra B	Muestra C	Gado de Penetración	Clasificación
Palo Gusano /CCA	1	76,98	74,49	72,17	74,55	FP
	2	72,90	68,35	75,09	72,11	FP
	3	77,63	77,51	75,86	77,00	FP
	4	75,45	71,87	72,98	73,44	FP
	5	63,03	70,66	71,38	68,36	FP
	6	71,85	76,59	69,89	72,78	FP
	7	69,02	68,70	76,77	71,50	FP
	8	69,78	82,02	66,32	72,71	FP
	9	74,99	68,82	68,93	70,91	FP
	10	68,74	69,14	68,35	68,74	FP
	Promedio	72,04	72,82	71,78	72,21	FP

Fuente: Elaboración propia

Cuadro IV – B Gado de Penetración en madera de Gavilán Blanco preservada con CCA – C (Expresados en forma porcentual)

	Gado de Penetración (%)					
	Poste	Muestra A	Muestra B	Muestra C	Gado de Penetración	Clasificación
Gavilán Banco / CCA	1	39,21	33,60	34,71	35,84	MP
	2	40,30	47,55	32,58	40,14	MP
	3	36,16	37,43	20,71	31,44	MP
	4	31,44	33,08	33,17	32,57	MP
	5	37,94	41,01	40,21	39,72	MP
	6	37,93	32,51	18,02	29,49	MP
	7	38,70	25,74	34,43	32,96	MP
	8	31,65	30,94	22,93	28,51	MP
	9	37,31	36,69	15,30	29,77	MP
	10	54,02	35,66	36,29	41,99	MP
	Promedio	38,47	35,42	28,83	34,24	MP

Fuente: Elaboración propia

Cuadro IV – C Gado de Penetración en madera de Palo Gusano preservada con CCB – 70
(Expresados en forma porcentual)

	Gado de Penetración (%)					
	Poste	Muestra A	Muestra B	Muestra C	Gado de Penetración	Clasificación
Palo Gusano / CCB	1	79,44	80,83	79,41	79,89	FP
	2	74,84	82,96	69,50	75,76	FP
	3	76,86	64,31	76,14	72,44	FP
	4	79,78	78,65	79,13	79,19	FP
	5	68,39	72,72	69,25	70,12	FP
	6	82,19	81,77	69,17	77,71	FP
	7	72,51	62,15	73,79	69,48	FP
	8	74,08	77,81	77,57	76,48	FP
	9	79,69	67,06	65,58	70,78	FP
	10	78,43	73,58	69,73	73,91	FP
	Promedio	76,62	74,18	72,93	74,58	FP

Fuente: Elaboración propia

Cuadro IV – D Gado de Penetración en madera de Gavilán Blanco preservada con CCB – 70
(Expresados en forma porcentual)

	Gado de Penetración (%)					
	Poste	Muestra A	Muestra B	Muestra C	Gado de Penetración	Clasificación
Gavilán Banco / CCB	1	48,90	45,15	46,74	46,93	MP
	2	25,13	23,54	21,65	23,44	MP
	3	36,18	32,25	35,71	34,71	MP
	4	43,88	39,17	39,14	40,73	MP
	5	24,92	26,49	25,94	25,79	MP
	6	26,49	41,40	27,24	31,71	MP
	7	38,14	32,33	36,42	35,63	MP
	8	33,60	33,06	36,56	34,41	MP
	9	38,87	32,85	32,34	34,69	MP
	10	37,78	35,98	35,81	36,53	MP
	Promedio	35,39	34,22	33,76	34,46	MP

Fuente: Elaboración propia

Cuadro IV – E Cuadro de datos de penetración de preservante CCA – C en la especie de Gavilán Blanco (*Caraipe myrcioides*)

Sección	Probeta	Radio Total	Espesor I Preservado	Espesor II Preservado	Espesor III Preservado	Espesor IV Preservado	Promedio Preservado	Espesor I No Pres.	Espesor II No Pres.	Espesor III No Pres.	Espesor IV No Pres.	Promedio No Preservado	Tipo de Penetración
A	1	8,706	3,850	3,285	3,550	2,970	3,414	4,900	5,645	5,715	4,910	5,293	TI
	2	9,444	3,490	4,265	3,420	4,050	3,806	5,930	4,930	5,950	5,740	5,638	TR
	3	9,046	3,220	3,670	3,045	3,150	3,271	5,010	6,160	6,045	5,885	5,775	TR
	4	9,819	2,830	3,415	3,575	2,530	3,088	6,250	6,775	7,565	6,335	6,731	TR
	5	10,099	3,375	4,500	4,100	3,350	3,831	4,655	6,880	7,475	6,060	6,268	TR
	6	7,995	3,690	3,245	3,075	2,120	3,033	4,590	6,060	5,115	4,085	4,963	TR
	7	9,286	2,600	4,200	4,110	3,465	3,594	4,710	4,830	6,985	6,245	5,693	TR
	8	8,005	2,950	2,850	2,350	1,985	2,534	3,675	5,790	6,155	6,265	5,471	TR
	9	6,859	3,690	2,790	2,985	0,770	2,559	4,325	5,390	3,180	4,305	4,300	TR
	10	8,613	3,075	5,865	5,470	4,200	4,653	0,465	3,110	7,295	4,970	3,960	TR
B	1	8,601	2,215	3,250	3,885	2,210	2,890	4,685	7,765	6,000	4,395	5,711	TR
	2	10,064	5,000	5,130	4,465	4,545	4,785	4,565	5,765	6,070	4,715	5,279	TR
	3	9,758	3,380	3,710	3,520	4,000	3,653	5,320	5,745	6,645	6,710	6,105	TR
	4	9,976	3,720	3,480	2,885	3,115	3,300	7,470	6,875	6,530	5,830	6,676	TR
	5	11,140	3,645	5,320	4,795	4,515	4,569	5,990	7,250	7,365	5,680	6,571	TR
	6	10,955	2,830	3,870	3,665	3,880	3,561	6,515	7,445	9,500	6,115	7,394	TR
	7	10,773	2,900	2,835	2,740	2,615	2,773	8,900	8,600	7,165	7,335	8,000	TR
	8	11,530	3,135	4,000	3,570	3,565	3,568	8,300	7,625	7,965	7,960	7,963	TR
	9	10,548	3,920	3,820	3,865	3,875	3,870	7,830	5,525	6,675	6,680	6,678	TR
	10	10,404	3,585	3,835	3,705	3,715	3,710	5,555	7,835	6,695	6,690	6,694	TR
C	1	8,403	2,960	2,795	3,165	2,745	2,916	5,920	5,985	5,100	4,940	5,486	TI
	2	9,800	3,855	3,035	2,830	3,050	3,193	5,590	6,865	7,210	6,765	6,608	TR
	3	8,878	1,920	1,995	1,860	1,580	1,839	6,420	8,535	6,845	6,355	7,039	TR
	4	8,870	2,945	2,945	3,230	2,650	2,943	5,495	6,800	6,385	5,030	5,928	TI
	5	9,911	3,880	4,170	4,035	3,855	3,985	4,730	6,175	7,600	5,200	5,926	TR
	6	8,234	1,660	1,120	1,980	1,175	1,484	7,330	8,360	5,900	5,410	6,750	TR
	7	8,851	3,970	2,565	2,485	3,170	3,048	4,835	6,890	6,030	5,460	5,804	TR
	8	8,690	2,425	1,665	1,795	2,085	1,993	6,495	7,830	6,970	5,495	6,698	TR
	9	9,109	0,915	0,820	2,135	1,705	1,394	8,235	9,100	7,170	6,355	7,715	TI
	10	9,476	5,250	2,535	2,410	3,560	3,439	4,855	8,235	6,645	4,415	6,038	TR

Fuente: Elaboración propia

Cuadro IV – F Cuadro de datos de penetración de preservante CCB – 70 en la especie de Gavilán Blanco (*Caraipa myrcioides*)

Sección	Probeta	Radio Total	Espesor I Preservado	Espesor II Preservado	Espesor III Preservado	Espesor IV Preservado	Promedio Preservado	Espesor I No Pres.	Espesor II No Pres.	Espesor III No Pres.	Espesor IV No Pres.	Promedio No Preservado	Tipo de Penetración
A	1	10,478	4,595	5,660	4,880	5,360	5,124	5,535	5,040	5,265	5,575	5,354	TR
	2	9,865	2,760	2,480	2,290	2,385	2,479	6,655	7,070	9,420	6,400	7,386	TR
	3	9,643	2,865	3,470	3,250	4,370	3,489	6,660	6,190	5,265	6,500	6,154	TR
	4	10,730	5,480	4,110	4,980	4,265	4,709	4,100	5,040	6,595	8,350	6,021	TI
	5	10,798	2,620	2,870	2,320	2,955	2,691	6,625	8,360	8,540	8,900	8,106	TR
	6	10,845	2,490	2,895	3,205	2,900	2,873	8,320	7,900	7,775	7,895	7,973	TR
	7	10,685	4,350	3,940	3,725	4,285	4,075	7,195	6,520	6,115	6,610	6,610	TR
	8	10,060	3,660	3,020	3,420	3,420	3,380	6,695	6,665	6,675	6,685	6,680	TR
	9	9,975	3,870	3,885	3,860	3,895	3,878	6,140	5,900	6,575	5,775	6,098	TR
	10	10,709	5,030	3,900	3,575	3,680	4,046	6,515	6,810	6,660	6,665	6,663	TR
B	1	9,750	4,445	4,960	3,560	4,645	4,403	5,730	5,350	4,965	5,345	5,348	TR
	2	8,364	2,000	1,885	1,915	2,075	1,969	5,900	6,095	6,445	7,140	6,395	TR
	3	9,353	2,895	2,815	3,220	3,135	3,016	6,160	6,480	6,385	6,320	6,336	TR
	4	10,151	3,940	4,255	3,880	3,830	3,976	6,240	6,575	5,545	6,340	6,175	TI
	5	9,895	2,520	2,885	2,260	2,820	2,621	7,210	7,665	7,320	6,900	7,274	TR
	6	9,774	4,150	4,335	3,340	4,360	4,046	5,785	5,730	4,980	6,415	5,728	TR
	7	9,035	2,440	2,780	3,275	3,190	2,921	5,840	6,515	5,505	6,595	6,114	TR
	8	9,051	2,875	2,800	2,980	3,315	2,993	5,960	5,810	6,425	6,040	6,059	TR
	9	9,624	3,320	3,675	2,270	3,380	3,161	7,580	6,930	5,565	5,775	6,463	TR
	10	10,071	3,195	3,425	4,065	3,810	3,624	6,670	6,245	6,635	6,240	6,448	TR
C	1	10,115	4,445	4,945	4,760	4,760	4,728	5,000	5,465	5,855	5,230	5,388	TR
	2	9,100	2,250	1,950	1,930	1,750	1,970	7,180	7,220	6,800	7,320	7,130	TR
	3	9,654	3,190	3,440	3,440	3,720	3,448	6,105	6,100	6,370	6,250	6,206	TR
	4	10,280	4,500	4,360	3,520	3,715	4,024	6,300	5,955	6,485	6,285	6,256	TI
	5	10,196	2,540	2,900	2,500	2,640	2,645	7,410	7,335	7,280	8,180	7,551	TR
	6	10,215	2,320	3,195	2,950	2,665	2,783	7,445	7,375	6,960	7,948	7,432	TR
	7	9,814	3,270	3,200	4,470	3,355	3,574	6,380	6,135	6,690	5,755	6,240	TR
	8	9,303	3,110	3,470	3,620	3,405	3,401	6,390	5,575	6,110	5,530	5,901	TR
	9	9,968	2,425	3,430	3,670	3,370	3,224	7,780	6,380	5,865	6,950	6,744	TR
	10	10,263	3,340	4,160	3,755	3,445	3,675	6,595	6,675	6,255	6,825	6,588	TR

Fuente: Elaboración propia

Cuadro IV – G Cuadro de datos de penetración de preservante CCA – C en la especie de Palo Gusano (*Miconia barbeyana*)

Sección	Probeta	Radio Total	Espesor I Preservado	Espesor II Preservado	Espesor III Preservado	Espesor IV Preservado	Promedio Preservado	Espesor I No Pres.	Espesor II No Pres.	Espesor III No Pres.	Espesor IV No Pres.	Promedio No Preservado	Tipo de Penetración
A	1	10,208	7,340	8,120	8,005	7,965	7,858	2,500	1,800	2,600	2,500	2,350	TR
	2	10,223	7,360	7,020	7,980	7,450	7,453	2,980	3,300	2,160	2,640	2,770	TR
	3	11,281	9,130	8,800	8,740	8,360	8,758	2,560	2,570	2,760	2,205	2,524	TR
	4	11,621	8,355	8,990	8,940	8,790	8,769	3,450	2,400	3,225	2,335	2,853	TR
	5	11,105	7,500	7,940	6,420	6,140	7,000	3,950	4,665	4,840	2,965	4,105	TR
	6	11,981	8,411	8,088	8,987	8,952	8,609	3,440	3,106	3,504	3,440	3,372	TR
	7	12,250	8,373	8,082	8,914	8,450	8,455	3,910	4,139	3,442	3,689	3,795	TR
	8	11,684	8,171	7,795	8,742	7,908	8,154	3,546	3,552	3,674	3,350	3,530	TI
	9	12,027	9,405	8,965	8,921	8,788	9,020	2,277	3,589	2,609	3,557	3,008	TR
	10	11,654	8,433	8,822	7,510	7,280	8,011	3,989	3,545	3,688	3,349	3,643	TR
B	1	10,161	7,700	7,060	7,800	7,715	7,569	2,400	2,450	2,225	3,295	2,593	TR
	2	10,074	7,060	7,400	6,975	6,105	6,885	3,480	3,580	2,950	2,745	3,189	TI
	3	10,550	8,450	8,900	8,860	6,500	8,178	2,560	2,730	2,100	2,100	2,373	TI
	4	10,969	7,660	7,610	7,480	8,785	7,884	3,420	3,500	2,335	3,085	3,085	TR
	5	10,763	8,300	7,500	7,480	7,140	7,605	2,150	2,920	4,100	3,460	3,158	TR
	6	10,430	8,020	8,160	7,920	7,855	7,989	2,400	2,610	1,565	3,190	2,441	TR
	7	11,331	8,365	7,520	7,515	7,740	7,785	3,950	4,680	2,060	3,495	3,546	TR
	8	10,708	9,250	8,460	9,920	7,500	8,783	1,760	1,985	1,360	2,595	1,925	TI
	9	10,917	8,269	7,682	6,413	7,688	7,513	3,380	3,004	4,396	2,835	3,404	TR
	10	11,044	8,292	6,938	7,881	7,430	7,635	4,190	3,461	2,718	3,266	3,409	TR
C	1	9,263	7,130	6,910	6,500	6,200	6,685	2,840	1,740	2,580	3,150	2,578	TR
	2	10,006	7,030	7,925	7,550	7,550	7,514	2,540	3,260	1,940	2,230	2,493	TI
	3	10,335	8,340	8,955	7,155	6,910	7,840	2,320	2,280	2,550	2,830	2,495	TI
	4	9,735	7,600	7,680	6,400	6,740	7,105	2,980	2,750	2,290	2,500	2,630	TI
	5	9,396	7,005	6,385	7,500	5,940	6,708	3,590	3,130	2,350	1,685	2,689	TI
	6	9,798	7,020	6,965	6,795	6,610	6,848	2,600	2,290	3,030	3,880	2,950	TI
	7	8,773	6,970	7,995	6,470	5,505	6,735	2,100	2,510	1,895	1,645	2,038	TR
	8	10,469	7,045	7,840	7,175	5,710	6,943	3,760	2,490	4,800	3,055	3,526	TI
	9	10,103	7,600	7,485	6,275	6,495	6,964	3,180	2,430	3,755	3,190	3,139	TR
	10	10,838	7,610	7,860	7,455	6,705	7,408	3,740	2,960	4,185	2,835	3,430	TR

Fuente: Elaboración propia

Cuadro IV – H Cuadro de datos de penetración de preservante CCB – 70 en la especie de Palo Gusano (*Miconia barbeyana*)

Sección	Probeta	Radio Total	Espesor I Preservado	Espesor II Preservado	Espesor III Preservado	Espesor IV Preservado	Promedio Preservado	Espesor I No Pres.	Espesor II No Pres.	Espesor III No Pres.	Espesor IV No Pres.	Promedio No Preservado	Tipo de Preservado
A	1	10,601	8,345	8,115	8,560	8,665	8,421	2,775	2,115	1,940	1,890	2,180	TR
	2	10,760	7,945	7,660	8,305	8,300	8,053	2,990	2,645	1,990	3,205	2,708	TR
	3	10,590	8,940	8,495	7,440	7,685	8,140	1,890	3,200	2,365	2,345	2,450	TR
	4	10,789	9,175	8,915	7,905	8,435	8,608	1,980	2,035	2,095	2,615	2,181	TR
	5	11,124	7,775	7,330	8,330	6,995	7,608	3,200	3,855	3,965	3,045	3,516	TR
	6	10,410	8,045	8,310	8,920	8,950	8,556	1,265	2,015	1,810	2,325	1,854	TR
	7	11,099	8,710	8,035	7,010	8,435	8,048	2,880	3,440	2,645	3,240	3,051	TI
	8	10,204	7,885	7,445	7,895	7,010	7,559	1,915	3,625	2,950	2,090	2,645	TR
	9	10,391	8,270	7,720	7,625	9,510	8,281	1,005	1,665	2,695	3,075	2,110	TR
	10	10,744	8,195	8,840	8,185	8,485	8,426	1,610	3,120	2,145	2,395	2,318	TI
B	1	10,609	7,890	8,900	7,730	9,780	8,575	2,170	2,500	1,885	1,580	2,034	TR
	2	11,015	9,150	9,330	8,990	9,080	9,138	2,090	1,450	1,965	2,005	1,878	TR
	3	11,281	9,240	6,300	6,080	7,400	7,255	5,400	4,300	2,495	3,910	4,026	TR
	4	10,950	8,410	8,540	9,200	8,300	8,613	2,090	2,240	2,440	2,580	2,338	TR
	5	11,260	8,830	8,380	7,875	7,670	8,189	3,175	3,430	2,380	3,300	3,071	TR
	6	10,558	8,950	8,505	9,200	7,875	8,633	2,240	2,385	1,210	1,865	1,925	TR
	7	11,229	7,290	6,525	7,155	6,945	6,979	4,470	4,175	4,465	3,890	4,250	TR
	8	10,240	7,480	7,715	7,975	8,700	7,968	2,225	2,420	2,995	1,450	2,273	TR
	9	11,354	6,975	7,805	8,140	7,535	7,614	4,785	4,140	3,292	2,745	3,741	TR
	10	10,859	8,000	8,205	7,810	7,945	7,990	2,500	2,425	3,245	3,305	2,869	TI
C	1	9,288	7,280	7,180	7,640	7,400	7,375	2,070	2,450	1,795	1,335	1,913	TR
	2	10,201	6,990	7,155	7,440	6,775	7,090	3,885	2,120	3,000	3,440	3,111	TR
	3	9,958	8,045	7,995	6,640	7,645	7,581	1,780	3,080	2,365	2,280	2,376	TR
	4	10,146	8,555	8,915	7,000	7,645	8,029	1,970	1,985	2,010	2,505	2,118	TI
	5	10,566	7,575	7,305	7,530	6,860	7,318	3,165	3,200	3,650	2,980	3,249	TR
	6	9,854	6,385	6,680	6,840	7,360	6,816	3,775	2,000	3,000	3,375	3,038	TI
	7	8,824	6,370	7,155	6,535	5,985	6,511	1,770	3,030	2,280	2,170	2,313	TI
	8	9,400	7,845	7,970	5,840	7,510	7,291	1,745	2,425	2,050	2,215	2,109	TR
	9	9,590	6,895	7,285	4,920	6,055	6,289	4,480	1,970	3,200	3,555	3,301	TI
	10	8,291	5,235	6,425	7,055	4,410	5,781	2,055	2,790	3,285	1,910	2,510	TI

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 5

ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE PENETRACIÓN DE PRESERVANTE EN LA MADERA

El análisis estadístico ha estado orientado a determinar si la variación de los resultados de la penetración entre los tres niveles de los cuales se extrajeron las muestras (A, B y C) presentaban una diferencia significativa para lo cual se plantearon las siguientes hipótesis y se obtuvieron los resultados de un análisis de diseño factorial de 2 x 2 :

Planteamiento de Hipótesis:

- H₁** : No existe diferencia significativa del nivel de penetración entre las tres secciones de la madera evaluada.
- H₂** : No existe diferencia significativa del nivel de penetración en la madera entre los dos tipos de preservantes utilizadas.
- H₃** : No existe diferencia significativa del nivel de penetración entre las dos especies de madera estudiadas.

Cuadro V – A Análisis de varianza al 95% de los datos de Penetración de preservante en la madera de las especies estudiadas.

Factor	DF	SS	MS	Fº (Calc.)		F (tabular)
Sección	2	25,07	12,53	2,44	<	4,74
Preservante	1	4,99	4,99	0,97	<	5,59
Madera	1	4573,92	4573,92	809,05	>	5,59
Error	7	35,97	5,13	--	--	--
Total	11	4639,97	--	--	--	--

Fuente: Elaboración propia

Para definir las conclusiones se debe observar de acuerdo al método de evaluación que: Si la Fº calculada es menor a la F tabular rechazamos las hipótesis lo cual nos indica lo siguiente:

- Que no existe diferencia significativa en la penetración del preservante entre las dos especies de madera estudiadas Palo Gusano (*Miconia barbeyana*) y Gavilán Blanco (*Caraipa myrcioides*), aunque esta diferencia es mínima.
- Que existe diferencia significativa en le penetración de acuerdo al tipo de sales preservantes CCA-C y CCB-70, sin embargo, al igual que al analizar las secciones esta variación es mínima.
- Que existe diferencia significativa en la penetración del preservante en las secciones o muestras sobre las cuales se realizaron las mediciones y que fueron obtenidas de los postes a diferentes alturas.

Cuadro V – B Análisis de varianza al 95% para el cruce de datos de sales preservantes versus la especie de madera estudiada

Factor	DF	SS	MS	F ^o (Calc.)		F (tabular)
Sección	2	25,07	12,53	2,31	<	5,14
Preservante	1	4,99	4,99	0,92	<	5,99
Madera	1	4573,92	4573,92	843,99	>	5,99
Preservante / Madera	1	3,45	3,45	0,64	<	5,99
Error	6	32,51	5,41	--	--	--
Total	11	4639,97	--	--	--	--

Fuente: Elaboración propia

- Se rechaza la hipótesis, No existe diferencia significativa sobre el cruce de datos.

Cuadro V – C Análisis de Varianza al 95% para el cruce de datos de la sección de obtención de muestras versus sales preservantes utilizadas

Factor	DF	SS	MS	F ^o (Calc.)		F (tabular)
Sección	2	25,07	12,53	2,31	<	5,79
Preservante	1	4,99	4,99	0,92	<	6,61
Madera	1	4573,92	4573,92	843,99	>	6,61
Sección / Preservante	2	7,02	3,51	0,64	<	5,79
Error	5	25,95	5,79	--	--	--
Total	11	4639,97	--	--	--	--

Fuente: Elaboración propia

- Se rechaza la hipótesis, No existe diferencia significativa sobre el cruce de datos.

Cuadro V – D Análisis de Varianza al 95% para el cruce de datos de la sección de obtención de muestras versus la especie de madera estudiada

Factor	DF	SS	MS	F° (Calc.)		F (tabular)
Sección	2	25,07	12,53	2,04	<	5,79
Preservante	1	4,99	4,99	0,81	<	6,61
Madera	1	4573,92	4573,92	742,59	>	6,61
Sección / Madera	2	5,17	2,58	0,42	<	5,79
Error	5	30,79	6,15	--	--	--
Total	11	4639,97	--	--	--	--

Fuente: Elaboración propia

- Se rechaza la hipótesis, No existe diferencia significativa sobre el cruce de datos.

ANEXO 6

SOBRE RETENCIÓN DE PRESERVANTE EN LA MADERA

Cuadro VI – A Retención de preservante CCA – C en madera de la especie Palo Gusano (*Miconia barbeyana*)

RETENCIÓN (Kilogramos / Metro Cúbico)																	
Sección		A				B				C				Promedios			
Palo Gusano / CCA - C	Poste	Arsénico	Cobre	Cromo	Total	Arsénico	Cobre	Cromo	Total	Arsénico	Cobre	Cromo	Total	Arsénico	Cobre	Cromo	Total
	1	4,37	2,52	6,36	13,25	4,03	2,32	5,86	12,20	3,73	2,15	5,42	11,30	4,04	2,33	5,88	12,25
	2	4,60	2,65	6,70	13,95	4,36	2,51	6,35	13,22	4,05	2,33	5,89	12,28	4,34	2,50	6,31	13,15
	3	4,27	2,46	6,22	12,95	4,24	2,44	6,17	12,85	4,26	2,45	6,19	12,90	4,26	2,45	6,19	12,90
	4	4,17	2,40	6,07	12,65	4,05	2,33	5,89	12,28	3,93	2,26	5,72	11,91	4,05	2,33	5,89	12,28
	5	4,35	2,50	6,33	13,18	4,31	2,48	6,27	13,06	4,31	2,48	6,27	13,06	4,32	2,49	6,29	13,10
	6	4,56	2,63	6,63	13,82	4,24	2,44	6,17	12,85	3,89	2,24	5,66	11,79	4,23	2,44	6,15	12,82
	7	4,30	2,47	6,25	13,02	4,08	2,35	5,93	12,36	3,85	2,22	5,60	11,67	4,08	2,35	5,93	12,35
	8	4,34	2,50	6,32	13,16	4,26	2,45	6,20	12,92	4,22	2,43	6,14	12,80	4,28	2,46	6,22	12,96
	9	4,24	2,44	6,17	12,85	4,29	2,47	6,24	12,99	4,12	2,37	5,99	12,47	4,21	2,43	6,13	12,77
	10	4,34	2,50	6,31	13,15	4,32	2,49	6,28	13,09	4,30	2,48	6,25	13,03	4,32	2,49	6,28	13,09
	Prom.	4,36	2,51	6,34	13,20	4,22	2,43	6,14	12,78	4,07	2,34	5,91	12,32	4,21	2,43	6,13	12,77

Fuente: Elaboración propia

Cuadro VI – B Retención de preservante CCA – C en madera de la especie Gavilán Blanco (*Caraiipa myrcioides*)

RETENCIÓN (Kilogramos / Metro Cúbico)																	
Sección		A				B				C				Promedios			
Gavilán Blanco / CCA - C	Poste	Arsénico	Cobre	Cromo	Total	Arsénico	Cobre	Cromo	Total	Arsénico	Cobre	Cromo	Total	Arsénico	Cobre	Cromo	Total
	1	4,41	2,54	6,41	13,36	4,34	2,50	6,31	13,14	4,30	2,48	6,26	13,04	4,35	2,50	6,33	13,18
	2	4,36	2,51	6,35	13,22	4,29	2,47	6,24	13,01	4,25	2,45	6,19	12,89	4,30	2,48	6,26	13,04
	3	4,37	2,51	6,35	13,23	4,31	2,48	6,27	13,06	4,25	2,45	6,19	12,89	4,31	2,48	6,27	13,06
	4	4,48	2,58	6,52	13,59	4,44	2,56	6,46	13,45	4,44	2,56	6,46	13,46	4,46	2,57	6,48	13,50
	5	4,45	2,56	6,48	13,49	4,42	2,54	6,42	13,38	4,39	2,53	6,38	13,30	4,42	2,54	6,43	13,39
	6	4,39	2,53	6,38	13,29	4,32	2,49	6,28	13,09	4,27	2,46	6,22	12,95	4,33	2,49	6,29	13,11
	7	4,47	2,57	6,50	13,55	4,42	2,55	6,43	13,40	4,39	2,53	6,39	13,31	4,43	2,55	6,44	13,42
	8	4,38	2,52	6,36	13,26	4,31	2,48	6,26	13,05	4,29	2,47	6,24	12,99	4,32	2,49	6,29	13,10
	9	4,42	2,55	6,43	13,40	4,36	2,51	6,34	13,20	4,29	2,47	6,24	13,00	4,36	2,51	6,34	13,20
	10	4,37	2,52	6,36	13,24	4,28	2,46	6,22	12,96	4,22	2,43	6,14	12,80	4,29	2,47	6,24	13,00
Prom.	4,41	2,54	6,41	13,36	4,35	2,50	6,32	13,17	4,31	2,48	6,27	13,06	4,36	2,51	6,34	13,20	

Fuente: Elaboración propia

Cuadro VI – C Retención de preservante CCB – 70 en madera de la especie Palo Gusano (*Miconia barbeyana*)

RETENCIÓN (Kilogramos / Metro Cúbico)																	
Sección	A				B				C				Promedios				
Palo Gusano / CCB - 70	Poste	Arsénico	Cobre	Cromo	Total	Arsénico	Cobre	Cromo	Total	Arsénico	Cobre	Cromo	Total	Arsénico	Cobre	Cromo	Total
	1	5,81	2,61	6,10	14,52	5,70	2,57	5,99	14,25	5,62	2,53	5,90	14,04	5,71	2,57	5,99	14,27
	2	5,73	2,58	6,02	14,33	5,73	2,58	6,01	14,32	5,70	2,57	5,99	14,25	5,72	2,57	6,01	14,30
	3	5,75	2,59	6,04	14,38	5,74	2,58	6,03	14,35	5,75	2,59	6,04	14,38	5,75	2,59	6,04	14,37
	4	6,21	2,79	6,52	15,52	6,01	2,70	6,31	15,02	5,82	2,62	6,11	14,55	6,01	2,71	6,31	15,03
	5	5,76	2,59	6,05	14,40	5,71	2,57	6,00	14,28	5,71	2,57	6,00	14,28	5,73	2,58	6,01	14,32
	6	6,04	2,72	6,35	15,11	6,02	2,71	6,32	15,05	6,00	2,70	6,30	14,99	6,02	2,71	6,32	15,05
	7	6,00	2,70	6,30	15,00	5,83	2,62	6,12	14,57	5,64	2,54	5,93	14,11	5,82	2,62	6,12	14,56
	8	5,72	2,57	6,00	14,29	5,72	2,57	6,00	14,29	5,72	2,57	6,00	14,29	5,72	2,57	6,00	14,29
	9	5,72	2,58	6,01	14,31	5,71	2,57	5,99	14,27	5,70	2,57	5,99	14,26	5,71	2,57	6,00	14,28
	10	6,07	2,73	6,38	15,18	6,05	2,72	6,35	15,12	6,00	2,70	6,30	15,00	6,04	2,72	6,34	15,10
Prom.	5,88	2,65	6,18	14,70	5,82	2,62	6,11	14,55	5,77	2,59	6,05	14,42	5,82	2,62	6,11	14,56	

Fuente: Elaboración propia

Cuadro VI – D Retención de preservante CCB – 70 en madera de la especie Gavilán Blanco (*Caraipa myrcioides*)

RETENCIÓN (Kilogramos / Metro Cúbico)																	
Sección	A				B				C				Promedios				
Gavilán Blanco / CCB - 70	Poste	Arsénico	Cobre	Cromo	Total	Arsénico	Cobre	Cromo	Total	Arsénico	Cobre	Cromo	Total	Arsénico	Cobre	Cromo	Total
	1	6,07	2,73	6,37	15,17	6,04	2,72	6,34	15,10	6,00	2,70	6,30	15,00	6,04	2,72	6,34	15,09
	2	5,94	2,67	6,23	14,84	5,94	2,67	6,23	14,84	5,91	2,66	6,21	14,78	5,93	2,67	6,22	14,82
	3	6,05	2,72	6,35	15,13	6,03	2,71	6,33	15,08	6,04	2,72	6,34	15,09	6,04	2,72	6,34	15,10
	4	5,97	2,69	6,27	14,92	5,96	2,68	6,25	14,89	5,91	2,66	6,20	14,77	5,94	2,67	6,24	14,86
	5	6,06	2,73	6,37	15,16	6,01	2,70	6,31	15,02	6,02	2,71	6,33	15,06	6,03	2,71	6,33	15,08
	6	5,86	2,64	6,15	14,65	5,80	2,61	6,09	14,51	5,74	2,58	6,02	14,34	5,80	2,61	6,09	14,50
	7	5,86	2,64	6,15	14,65	5,81	2,61	6,10	14,52	5,76	2,59	6,04	14,39	5,81	2,61	6,10	14,52
	8	5,99	2,70	6,29	14,98	5,93	2,67	6,22	14,82	5,90	2,66	6,20	14,75	5,94	2,67	6,24	14,85
	9	5,89	2,65	6,19	14,73	5,85	2,63	6,14	14,63	5,81	2,62	6,10	14,53	5,85	2,63	6,14	14,63
	10	5,92	2,66	6,22	14,80	5,90	2,66	6,20	14,75	5,84	2,63	6,14	14,61	5,89	2,65	6,18	14,72
Prom.	5,96	2,68	6,26	14,90	5,93	2,67	6,22	14,82	5,89	2,65	6,19	14,73	5,93	2,67	6,22	14,82	

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 7

ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE RETENCIÓN DE PRESERVANTE EN LA MADERA

El análisis estadístico ha estado orientado a determinar si la variación de los resultados de la retención entre los tres niveles de los cuales se extrajeron las muestras (A, B y C) presentaban una diferencia significativa para lo cual se plantearon las siguientes hipótesis y se obtuvieron los resultados de un análisis de diseño factorial de 2 x 2 :

Hipótesis planteadas:

- H₁** : No existe diferencia significativa del nivel de retención entre las tres secciones de la madera evaluada.
- H₂** : No existe diferencia significativa del nivel de retención en la madera entre los dos tipos de sales utilizadas.
- H₃** : No existe diferencia significativa del nivel de retención entre las dos especies de madera estudiadas.

Cuadro VII – A Análisis de varianza al 95% de los datos de Retención de preservante en la madera de las especies estudiadas.

Factor	DF	SS	MS	F° (Calc.)		F (Tabular)
Sección	2	0,332	0,166	6,58	>	4,74
Preservante	1	8,721	8,721	345,44	>	5,59
Madera	1	0,357	0,357	14,14	>	5,59
Error	7	0,179	0,025	--	--	--
Total	11	9,587	--	--	--	--

Fuente: Elaboración propia

Para definir las conclusiones se debe observar de acuerdo al método de evaluación que: Si la F° calculada es menor a la F tabular rechazamos las hipótesis correspondiente con lo cual podemos concluir lo siguiente:

- Que existe diferencia significativa en la retención del preservante entre las dos especies de madera estudiadas Palo Gusano (*Miconia barbeyana*) y Gavilán Blanco (*Caraipa myrcioides*), aunque esta diferencia es mínima.
- Que existe diferencia significativa en la retención de acuerdo al tipo de sales preservantes CCA-C y CCB-70, sin embargo, al igual que al analizar las secciones esta variación es mínima.
- Que existe diferencia significativa en la retención del preservante en las secciones o muestras sobre las cuales se realizaron las mediciones y que fueron obtenidas de los postes a diferentes alturas.

Cuadro VII – B Retención – Análisis de varianza al 95% para el cruce de datos de los preservantes versus la especie de madera estudiada

Factor	DF	SS	MS	F ^o (Cal.)		F (tabular)
Sección	2	0,332	0,166	6,43	>	5,14
Preservante	1	8,721	8,721	345,48	>	5,99
Madera	1	0,357	0,357	13,82	>	5,99
Preservante / Madera	1	0,021	0,021	0,84	<	5,99
Error	6	0,155	0,025	--	--	--
Total	11	9,587	--	--	--	--

Fuente: Elaboración propia

- Se rechaza la hipótesis, No existe diferencia significativa sobre el cruce de datos.

Cuadro VII – C Retención – Análisis de Varianza al 95% del cruce de datos de la sección de obtención de muestras versus preservantes utilizadas

Factor	DF	SS	MS	F ^o (Calc.)		F (tabular)
Sección	2	0,332	0,166	7,11	>	5,79
Preservante	1	8,721	8,721	373,09	>	6,61
Madera	1	0,357	0,357	15,28	>	6,61
Sección / Preservante	2	0,059	0,059	1,28	<	5,79
Error	5	0,116	0,023	--	--	--
Total	11	9,587	--	--	--	--

Fuente: Elaboración propia

- Se rechaza la hipótesis, No existe diferencia significativa sobre el cruce de datos.

Cuadro VII – D Retención – Análisis de Varianza al 95% del cruce de datos de la sección de obtención de muestras versus la especie de madera estudiada

Factor	DF	SS	MS	Fº (Calc.)		F (tabular)
Sección	2	0,332	0,166	7,55	>	5,79
Preservante	1	8,721	8,721	396,14	>	6,61
Madera	1	0,357	0,357	16,22	>	6,61
Sección / Madera	2	0,066	0,033	1,51	<	5,79
Error	5	0,110	0,022	--	--	--
Total	11	9,587	--	--	--	--

Fuente: Elaboración propia

- Se rechaza la hipótesis, No existe diferencia significativa sobre el cruce de datos.

ANEXO 8

SOBRE LOS COSTOS DE PRODUCCIÓN DE POSTES DE MADERA PRESERVADA

Cuadro VIII – A Costos extracción (C_3) de un metro cúbico de madera del bosque al pie de carretera por actividad (hora/hombre)

Actividades	Tiempo promedio por m ³ (horas / hombre)	Costo por m ³ (S/.)
Marcado	0,50	3,00
Tumbado, desrame y trozado	0,65	3,90
Arrastre	1,70	10,20
Descortezado	1,30	7,80
Acondicionado	0,55	3,30
Total	4,70	28,20

Fuente: Elaboración propia

Cuadro VIII – B Costos de Transporte (C_3) por metro cúbico de madera de la zona de extracción hasta la planta de preservación

Actividad	Costo por m ³ (S/.)
Flete promedio de transporte (TM/Km,)	25,00
Distancia promedio de transporte (Km,)	6,00
Peso de la madera (TM)	0,60
Costo de Transporte	90,00

Fuente: Elaboración propia

Cuadro VIII – C Costos de Preservación (C₄) por metro cúbico de madera para postes en la Planta de Shiringamazú

Costos de Preservación (C ₄)		CCA - C (S/.)	CCB - 70 (S/.)
Costos Fijos por m ³ de Poste Preservado	Depreciación (D/m ³)	133,33	133,33
	Interés sobre la Inversión Media Anual (IMA/m ³)	9,33	9,33
	Interés sobre el Capital de Trabajo (iKW/m ³)	11,52	11,52
	Salarios más Beneficios Sociales (S/m ³)	183,33	183,33
	Gastos Generales (GG/m ³)	9,60	9,60
	Total Costos fijos	347,11	347,11
Costos de Operación por m ³ de Poste Preservado	Preservantes	133,33	106,67
	Energía Eléctrica	37,33	37,33
	Mantenimiento y Reparaciones	40,00	40,00
	Total Costos de Operación	210,66	184,00
Total Costos de Preservación (C₄)		557,77	531,11

Fuente: Elaboración propia

Cuadro VIII – D Costos de producción de postes comprados con precios referenciales del mercado nacional,

Costo de producción (S/.)	Costo de producción de postes preservados		Precio de postes en el mercado nacional		
	CCA – C	CCB – 70	Nacional de madera ^(*)	Importado de madera ^(**)	De concreto ^(**)
Por Poste Preservado	232,79	224,79	404,60	456,96	377,23
Por Metro Cúbico	775,97	749,31	1348,70	1523,20	1257,43

Fuente: Elaboración propia

(*) Precio de postes preservados con CCA – C proporcionados por la empresa Maderas Wise S.R.L.

(**) Precios proporcionados por el Ministerio de Energía y Minas.

ANEXO 9

FICHA TECNICA DE FABRICACIÓN DE PRESERVANTES SEGÚN FABRICANTE

- Ficha Técnica del Preservante CCA – C


SAL CCA

DEFINICION

Las sales CCA son productos multisales derivadas del cobre, cromo y arsénico, que en su estado de sales son formuladas para ser usadas en la preservación de la madera. Son solubles en agua, pero cuando son impregnadas en la madera ya no se lixivian debido a su adherencia a las fibras de los postes durmientes.

COMPOSICION

Oxido de cromo	44
Oxido de cobre	17
Oxido de arsénico	30
Inertes	9
Factor óxido mínimo	72%

DOSIS Y USOS

Para maderas que estarán en contacto con el suelo ó sujetas a condiciones muy adversas, se recomienda utilizar de 9 a 10 Kg. de SAL CCA por metro cúbico. Para realizar la impregnación, disolver 5 Kg. de SAL CCA en 95 litros de agua.

VENTAJAS

La madera tratada con SAL CCA queda limpia y puede ser pintada ó barnizada.
La SAL CCA no es fitotóxica no obstante que conserva su alta toxicidad.

PRECAUCIONES

- Mantener los envases cerrados y fuera del alcance de los niños.
- No debe tomar contacto directo con los alimentos.
- Evitar contacto directo con la piel y los ojos.

Calle Cerro Verde 443 Urb. San Ignacio de Monterrico · Surco. Lima 33 · Perú.
Telef: 275-0515 Telefax: 279-0426 / 275-2526
E-mail: invetisa@terra.com.pe

- **Ficha Técnica del Preservante CCB – 70**

IN**VETISA**

SAL CCB - 70

PRESERVAR LA MADERA ES PRESERVAR SU INVERSION

DEFINICION

Las **SALES CCB-70** son multisales complejas derivadas de las sales de cobre, cromo y boro, cuyos elementos tóxicos especiales para la madera, se fijan en ella, formando compuestos insolubles que evitan su degradación por los elementos xilófagos, prolongando su vida útil por muchos años.

FACTOR OXIDO

Factor óxido total : 62 mínimo.

VENTAJAS

Las **SALES CCB-70** se transportan en forma sólida y se utiliza agua como disolvente.

No desprende olores fuertes o desagradables y no impide el acabado de la madera por lo que es posible aplicar lacas, barnices y pinturas, de ser necesario.

No aumentan la inflamabilidad de la madera y no son fitotóxicos.

Su consistencia sólida facilita el transporte a cualquier lugar.

Es estable en el tiempo si se almacena en lugares secos.

DOSIS Y USOS

Se recomienda utilizar 11 kilos de SAL CCB-70 por metro cúbico de madera.

Para realizar la impregnación disolver 5 kilos de SAL CCB-70, en 95 litros de agua.

PRECAUCIONES

Evitar que el envase pueda estar al alcance de los niños.

Evitar el contacto con los alimentos.

Almacenar a temperatura ambiente y en lugar seco.

PRESENTACION

Bolsas de polietileno, con protección de polipropileno, de 50 Kg.

Calle Cerro Verde 443 Urb. San Ignacio de Monterrico - Surco. Lima 33 - Perú.
Telef: 275-0515 Telefax: 279-0426 / 275-2526
E-mail: invetisa@terra.com.pe

ANEXO 10

CUADROS DE DATOS DE TRABAJO DE CAMPO

Cuadro X – A Hoja de control de proceso de preservación

Especie: Palo Gusano
Sal: CCB
Longitud: 8 m.

INDICADOR	14/02				
	P-1	P-2	P-3	P-4	P-5
Número de Poste	34	35	43	36	37
Diámetro Pie. (cm.)	22	23	22	22	23
Diámetro L. T. (cm.)	22	21	22	22	22
Diámetro Cabeza. (cm.)	18	17	18	18	17
Volumen (m ³)	0,251	0,251	0,251	0,251	0,29
Longitud Real. (m)	8,55	8,49	8,54	8,54	8,43
Solución (%)	8	8	8	8	8
Densidad	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06
Preparación Fecha	12-feb	12-feb	14-feb	12-feb	12-feb
Preparación Hora	9:00	9:00	11:00	9:00	9:00
Posición	Arriba	Arriba	Arriba	Arriba	Arriba
Presión	120	120	120	120	120
Hora inicio	10:20	10:20	2:00	10:20	10:20
Hora media	12:30	12:25	2:15	12:25	12:25
Hora final	4:30	4:30	6:00	4:30	4:30
Tiempo total (h)	5,00	5,00	4,00	5,00	5,00
Dens. Final	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02
Diámetro de Anillo (pulg.)	8	8	8	8	8
Diámetro de Duramen.	ND	ND	ND	ND	ND

Fuente: Elaboración propia

Cuadro X – B Control de ingreso de postes para preservación (Hoja 1)

POSTE	NUDOS																
	0	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8
P-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	8	0
P-2	6	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	9
P-3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	5	0
P-4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P-5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0
P-6	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0
P-7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P-8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P-9	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0
P-10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P-31	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	10		10	8y10,5	0	15	0
P-32	0	0	0	0	8,5	0	0	0	0	0	12,5	13	0	13	0	8,5	0
P-33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	9,5	0
P-34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0
P-35	Presencia de nudos muy pequeños superficiales																
P-36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	0
P-42	Presencia de numerosos nudos muy pequeños												8x2	8	0	8	0
P-43	Presencia de numerosos nudos muy pequeños												0	0	0	0	
P-44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	8	8
P-45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P-46	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0
P-51	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P-52	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P-53	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P-54	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P-55	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

POSTE	PICADURAS																
	0	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8
P-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0
P-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P-3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P-4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P-5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,5	0	0	0	0	0
P-6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P-7	0	0	0	8	9y10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P-8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0
P-9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0
P-10	0	0	0	0	0	0	0	0	10x2	0	0	0	0	0	0	0	0
P-31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P-32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P-33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P-34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P-35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P-36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P-42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
P-43	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P-44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P-45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P-46	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	0	0
P-51	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P-52	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P-53	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P-54	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P-55	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia

Cuadro X – C Control de ingreso de postes para preservación (Hoja 2)

POSTE	RAJADURA																
	0	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8
P-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P-3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P-4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P-5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P-6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P-7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P-8	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P-9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P-10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P-31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P-32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P-33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P-34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P-35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P-36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P-42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P-43	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P-44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P-45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P-46	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P-51	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P-52	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0
P-53	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P-54	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P-55	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
POSTE	Q																
	0	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8
P-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P-3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0
P-4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P-5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P-6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P-7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P-8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P-9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P-10	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P-31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P-32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P-33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P-34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P-35	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0
P-36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P-42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P-43	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
P-44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P-45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P-46	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P-51	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P-52	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P-53	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P-54	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P-55	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia